



Új tudományos kihívások egy korszerű földminősítési rendszerrel szemben

Dr. Várallyay György kutatóprofesszor, az MTA rendes tagja
MTA Talajtani és Agrokémiai Kutatóintézet, Budapest

Az emberi élet minőségének kritériumait illetően a különböző társadalmak tagjainak véleménye karakterüktől, a természeti és gazdasági viszonyoktól, a szociális körülményektől, a történelmi hagyományoktól, egyéni és csoportérdekektől függően nagymértékben különbözik, s időben is jelentősen változik. Három feltételt illetően azonban szinte teljes az egyetértés. Ez a három tényező:

- megfelelő mennyiségű, egészséges élelmiszer;
- jó minőségű, tiszta víz;
- kellemes környezet.

Mindhárom szoros és sokoldalú összefüggésben van a termőtalajjal és annak használatával. Ennek alapján fogalmaztuk meg 1997. évi „Földnap” üzenetünket: „A termőföld megbecsülése, ésszerű és fenntartható használata, megóvása az életminőség javításának egyik feltétele, ami össz-társadalmi érdek!” [11]. Ez környezetvédelmünk és mezőgazdaságunk egyik legfontosabb közös feladata, amely az állam, a földtulajdonos és a földhasználó, valamint az egész társadalom részéről megkülönböztetett figyelmet igényel, átgondolt és összehangolt intézkedéseket tesz szükségessé [3, 9, 11, 14].

Ebbe az intézkedési körbe tartozik egy megfelelő, tudományosan sokoldalúan megalapozott, korszerű földértékelési/földminősítési rendszer kidolgozása, bevezetése és társadalmi/gazdasági elfogadtatása is. Az igény egyre erősebb, sokoldalúbb, színvonalasabb és sürgetőbb ez irányban. Néha már túlzott várakozásokkal. A földpiac, a (re)privatizáció, a birtokrendezés, a sokféle terü-

lehasználati igény, a korszerű termőhely-specifikus precíziós biomassa-termelés egyaránt igényel egy ilyen – mégpedig az adott terület specifikus igényeit is kielégítő – rendszert, ami lehetőleg minden felmerülő kérdésre objektív és konkrét választ ad; közérthető, jól áttekinthető, egyszerűen használható. Ugyanakkor a robbanás-szerű tudományos-technikai fejlődés egyre több lehetőséget is nyújt egy ilyen rendszer megalkotására. Hogy csak az informatika forradalmára (számítógéptechnika, térinformatika, GIS, dialógusra képes szakértői rendszerek); a korszerű (valóság-tükröző) helyszíni in situ, sőt in vivo mérések körének kiszélesedésére; az új mintavételi és laboratóriumi analitikai módszerekre; a modellezés egyre gazdagabb és egyre valóság-közeli tárházára vagy a távérzékelés – interpretációval nehezen követhető – gyors fejlődésére utaljak.

Az igények és lehetőségek tehát egyaránt megvannak. Jórészt a szakember képzettségén és találmányosságán múlik tehát, hogy miképp sikerül az „igény-lehetőség találkozt” létrehozni, levelezni és a társadalmi közérdek számára hasznosítani.

I. Minőség-érték

A Magyar Értelmező Szótár definíciói szerint a minőség:

- „a dolgok lényegét jellemző tulajdonságok összessége“;
- „valaminek értékelést is magában foglaló jellege“;
- „annak kifejezője, hogy valami mennyire

felel meg bizonyos, valami vagy valaki által meghatározott (megfogalmazott) követelményeknek".

Következésképpen a „minőség“ nem abszolút/objektív, hanem relatív/subjektív kategória.

Ugyancsak az Értelmező Szótár definíciója szerint érték valaminek/valakinek az a tulajdonsága, amely a társadalom vagy az egyén számára való fontosságát fejezi ki. Ez ugyan lényegi, de kissé egyoldalú megfogalmazás, hisz értékes mindaz, ami:

- valamilyen szempontból hasznos, életszükségletet kielégítő vagy ezt megkönnyítő/elősegítő;
- ritka vagy ritkává váló (pl. energiahordozó, növény, állat vagy akár talajféleség);
- szép („érdek nélkül tetszik“);
- jellemző valamire („tipikus“??), vagy éppen elűt valamitől;
- nem lehet, nehéz, költséges vagy bonyolult előállítani.

Ismét csupa relatív/subjektív fogalom, sok-sok kérdőjellel: hol? mikor? (megtől-meddig?) kinek (minnek) a szempontjából? miért? stb.

II. Talajminőség-talajérték

A „minőség“ és „érték“ általános definíciói természetesen a talajra is érvényesek. Mivel talaj az ember Földön történő megjelenése előtt is volt, annak minősége is „ember előtti“ fogalom. Csak ekkor még más vonatkozásban jelentkezik. A talaj a Föld legkülső szilárd kérge, amely a talajképződés természeti tényezőinek (geológiai felépítés, alapkőzet; domborzat; éghajlat; víz; élőlények) összhatására jön létre a geoszféra, atmoszféra, hidroszféra és bioszféra kölcsönhatásának zónájában [9]. A talaj specifikus egyedi sajátága a termékenység. Az a képesség, hogy ez a három(négy)fázisú, négydimenziós, polidiszperz rendszer egyidejűleg képes – többé vagy kevésbé – kielégíteni az élővilág legfontosabb ökológiai igényeit: víz-, levegő- és tápanyagellátását, s így módon teremt életteret a talajban, a talajon vagy a talajjal kapcsolatban lévő élővilág tevékenységéhez, jelent termőhelyet a természetes növényzetnek és a termesztett növényi kultúráknak [9, 11]. Az ember megjelenése előtt a talaj minősége a megfelelő állapotban történő fennmaradást biztosító alkalmazkodó képességben, stressz-tűrőképességben (hőmérsékleti és vízháztartási szélsőségek, kölcsönhatások az élővilággal) jutott kifejezésre. Az ember megjelenése után a talajminősítésnél rögtön az ember szubjektív értékítélete érvényesült, érvényesül mind a mai napig s feltehetően a jövőben is. A talaj értékmérő tulaj-

donságai közül pedig a természetes stressz-tűrőképesség paraméterei mellett (s azokat egyre inkább felülmúlóan) felértékelődött az emberi tevékenység okozta stressz-hatásokat tűrő, azoknak nagyobb károsodások nélküli túlélését biztosító tulajdonságok jelentősége.

A talaj „minősége“, „értéke“ a talajjal szembeni legkülönbözőbb társadalmi elvárásokat kifejező fogalmak. Függnek az ezen elvárásokat meghatározó természeti adottságoktól; az adott gazdasági helyzettől; a történelmi hagyományoktól; a politika által – különböző és váltakozó sikerrel – megfogalmazott társadalmi igényektől. Emiatt természetesen nem is lehetnek teljesen objektívak, térben specifikusak, és időben is változnak, gyakran jelentős mértékben. Szemléletes példát nyújtanak erre a magyar mezőgazdaság történetének utolsó hatvan évében bekövetkező szemléletváltások [13]:

(1) II. Világháború előtti polarizált birtokviszonyok, kis input, kis termés;

(2) első, majd második (és teljes) kollektivizáció (→ növekvő méretek, jó = nagy!);

(3) központosított, uniformizált szuper-koncentráció (→ gigantomán, irracionális, gazdaságtalan, helyenként környezet-károsító „iparszerű“ gazdálkodás);

(4) rendszerváltás (reprivatizáció, piacgazdaság);

(5) EU-csatlakozás (fenntartható, környezetkímélő talajhasználat; agrár-környezetvédelem; termőhely-specifikus precíziós mezőgazdasági termelés).

A tudomány feladata, hogy sokoldalúan és a „lehetetlen“ objektivitásra törekvően, illetve azt közelítően megalapozza az adott kor társadalmi-gazdasági színvonalának megfelelő földminősítést.

A „talajminőség“ tehát egy differenciált cél-függvény. Ebből viszont az következik, hogy – véleményem szerint – nincs, de nem is létezhet egy általános érvényű földminősítési rendszer. Legfeljebb a széleskörűen elfogadható általános alapelveket érvényesítő cél-, terület-, idő- és gazdasági színvonal-specifikus részrendszerek összehangolása, harmonizációja és interaktív koordinációja lehet reális célkitűzés.

III. Új elvárások egy korszerű földminősítési rendszerrel, illetve annak természettudományos megalapozásával szemben

1. Ki kell fejeznie a talaj multifunkcionalitását

A társadalom egyre inkább veszi igénybe, a

fenntartható fejlődés egyre inkább épít a talaj funkcióira, amelyek közül legfontosabbak a következők [9]:

a) A talaj Magyarország legfontosabb feltételelesen megújuló (megújítható) természeti erőforrása.

b) A talaj a többi természeti erőforrás (sugárzó napenergia, légkör, felszíni és felszín alatti vízkészletek, geológiai képződmények, biológiai erőforrások) integrátora, transzformátora, s így biztosít életteret a talajbani mikroorganizmus-tevékenységnek, termőhelyet a természetes növényzetnek és természet kultúráknak.

c) A talaj a primér növényi biomassza-termelés alapvető közege, a bioszféra primér tápanyagforrása.

d) A talaj hő, víz, növényi tápanyagok és potenciálisan káros anyagok természetes raktározója.

e) A talaj a természet szűrő- és detoxikáló-rendszere, amely képes a mélyebb rétegeket és a felszín alatti vízkészleteket a talaj felszínére vagy a talajba jutó szennyeződésektől megóvni.

f) A talaj a bioszféra nagy kiegyensúlyozó képességgel (pufferkapacitással) rendelkező eleme, amely egy bizonyos határig képes mérsékelni, tompítani a talajt érő különböző stressz-hatásokat.

g) A talaj a bioszféra jelentős gén-rezervoárja, amely jelentős szerepet játszik a biodiverzitás fenntartásában.

h) A talaj természeti és történelmi örökségek „hordozója”.

A felsorolt funkciók mindegyike nélkülözhetetlen, azok egymáshoz viszonyított fontossága, jelentősége, „súlya” azonban térben és időben egyaránt nagymértékben változott az emberiség történelme során, s változik ma is. Hosszú időn keresztül csak a talaj termőképessége volt – közismerten – fontos. A terméshozam nagysága volt a szinte egyetlen értékmérő, a nagy termés a fő (gyakran erőltetett, gazdaságilag, sőt politikailag presszionált) cél. Később társultak ehhez a minőségi követelmények, a gazdaságosság, majd – jóval később és sokkal halványabban – a környezetvédelmi követelmények. Csapadékszegény években és időszakokban felértékelődött a talaj „vízraktározó” funkciója; az intenzív műtrágyázás időszakában, majd a műtrágyák állami dotációjának megszűnése után „tápanyag-raktározó” funkciója. Sajnos a talajt érő stressz-hatások és az ezek hatására bekövetkező káros folyamatok köre egyre szélesebb, azok egyre erősebbek, egyre inkább fenyegetik talajkészleteinket. Emiatt különös jelentőséget kapnak a talajok puffer-szűrő-detoxikáló-gén rezervoár funkciói. Elsősorban a különböző stressz-ha-

tásoknak erősen kitett, szennyezett vagy szennyeződés által fenyegetett, illetve különösen érzékeny területeken (ivóvíz-bázisok területe, védett területek és azok puffer-zónái stb.).

Az egyes funkciókra történő alkalmasságot kell kifejeznie azok specifikus, funkcionális minősítő részrendszereinek. Itt válik a talajminőség ténylegesen cél-függvényé, hisz – nyilvánvalóan – az egyes funkciókra történő minősítési rendszerekben más-más talajtulajdonságok értékelendők, mégpedig funkció-specifikus kritériumok alapján.

2. *Ki kell fejeznie a földhasználat specifikumait*

Ma világszerte éles harc folyik a területért az egyes hasznosítási célok között [1]:

a. biomassza-termelés élelmiszer, takarmány, ipari nyersanyag vagy energia célra;

b. népesség-foglalkoztatás (munkalehetőség, „eltartó képesség”);

c. biodiverzitás;

d. tájképi szépség;

e. üdülés, sport, rekreáció;

f. építési terület (település- és infrastruktúra-fejlesztés, ipari és mezőgazdasági létesítmények stb.);

g. nyersanyag-kitermelés (külszíni kavics, homok, szén vagy egyéb bányászat stb.).

Néhány cél ezek közül helyhez kötött (d, e, g), mások kisebb-nagyobb rugalmassággal helyezhetőek el a területen. A racionális földhasználat tervezésénél és kivitelezésénél – a társadalmi elfogadhatóságon túlmenően – olyan kérdésekre kell választ keresni és adni, hogy mit? melyet? milyen célra? hol? hogyan? milyen áron? milyen haszonnal? milyen következményekkel? milyen áldozatokkal? Mi lesz az egyik szektor által feladott területekkel? Milyen lesz a területhasználat (változás) környezeti összhatása?

Minderre ugyancsak tudományosan megalapozott földértékelési célrendszerek információi alapján lehet megfelelő választ adni. Számos esetben ez ugyan különösen nehéz (s még nehezebben kvantifikálható) feladatot jelent (pl. tájképi szépség esztétikai értékelése szemben például az építkezési célokkal; vagy a biodiverzitás értékelése a biomassza-termeléssel szemben), mégis megoldandó, és egy teljességre törekvő földminősítési rendszerből – mint önálló mozaik – nem maradhat ki.

3. *Ki kell fejeznie a mezőgazdasági földhasználat specifikumait*

Jelenlegi földminősítési rendszerünk [2, 4] talán legnagyobb hiányossága, hogy nem specifikus

- művelési ágakra (erdő, rét, legelő, szántó, kert, szőlő, gyümölcsös) és
- termesztett növényekre [6, 10].

Pedig mindkettő alapvető elvárás egy korszerű földminősítési rendszerrel szemben, hisz az egyes művelési ágak (illetve azok növény-együttese), illetve a termesztett növények talajökológiai igényei nagyon eltérőek. A természetes növényállományok épp eszerint szelektálódnak, s válogatódnak ki az adott ökológiai körülményekhez leginkább alkalmazkodni képes növény-együttesek/növénytársulások. Szélsőséges ökológiai körülmények között (száraz puszták, szikések, erősen savanyú talajok, időszakosan vízjárta területek stb.) csak a szélsőséges viszonyokat tolerálni képes (tűrő), ún. „indikátor növények“ maradnak meg, s hívják fel érzékenyen a figyelmet bizonyos jellegzetes talajtulajdonságokra.

Termesztett kultúráinknak, sőt azok fajtáinak, genotípusainak is meghatározott (s többnyire ismert) talajökológiai igényei vannak. Ezért „valamennyiük nevében“ nem jogos (de legalábbis nem tudományosan megalapozott) általában „jó“ vagy „rossz“ talajról beszélni, hisz az csak növény-(fajta-, genotípus-) specifikusan értékelhető. Gondoljunk csak a rozs és rizs, a cukorrépa és gyep vagy a tölgy és a tök közti ökológiai igény különbségekre.

A művelési ágakra és növényekre történő specifikáció nélkül a földértékelés nem nyújt iránymutatást a racionális talajhasználatra, valamint vetészerkezetre, illetve azok optimalizálására vonatkozóan. A Kreybig-i irányelv („Termesszünk mindent ott, ahová valót!“), a specifikus ökológiai viszonyokra szelektált vagy nemesített tájfajták elterjesztése, továbbá ésszerű termesztési körzetek kialakítása nem nélkülözheti a földértékelési rendszer növény-specifikációját. De nem nélkülözhető az a területhasználati EU direktívák végrehajtásánál, a zonációs rendszer tudományos megalapozásánál; a szántóföldi művelés alól kivont területek ésszerű hasznosításánál; a környezetvédelmi célú területhasználat-változtatások területi kijelölésénél és végrehajtására ösztönző érdekeltségi rendszer kidolgozásánál sem.

4. Ki kell fejeznie a talaj „reagáló képességét“

A naturál gazdálkodás időszakában a talaj „minősége“, „értéke“ ténylegesen túlnyomó részt a talaj természetes termékenységétől függött, amit olyan tényezők jellemeztek, mint a talaj természetes tápanyagszolgáltató képessége, a talaj vízgazdálkodása, a talaj művelhetősége, a talaj szerves-

anyag-tartalma stb. [4]. Később, mikor egyre több tényező mesterséges befolyásolására, szabályozására nyílt lehetőség, felértékelődtek azok a talajok (illetve az általuk képviselt talajtulajdonság-együttesek), amelyek jól reagáltak bizonyos agrotechnikai beavatkozásokra: a szerves- és műtrágyázásra, öntözésre, talajművelésre. Például a kis-termékenységű homoktalajok feltétlenül felértékelődnek, ha mód van trágyázásukra és öntözésükre, hisz művelésük (különösen megfelelő nedvességállapotban) kis energiaigényű, nem érzékenyek túlnedvesedésre és belvízképződésre, nem kell jelentősebb tápanyag-immobilizációs veszteségekkel számolni [10].

A jó „reagáló képességet“ jelenlegi talajminősítési rendszerünk nem vagy nem megfelelően honorálja, pedig annak ma már minden talajon nagy, gyakran meghatározó jelentősége van. Véleményem szerint e hiányosság bizonyos „reagálási indexek“ rendszerbe építésével eredményesen kiküszöbölhető, illetve korrigálható.

5. Ki kell fejeznie a talaj környezeti érzékenységét

A talaj környezeti érzékenysége, sérülékenysége, (stressz)tűrőképessége, terhelhetősége – bár nem pontosan szinonim fogalmak – lényegében azt fejezi ki, hogy a talaj (illetve a talaj-víz-növény-felszín közeli légkör kontinuum) miképp reagál bizonyos természeti okok miatt vagy emberi tevékenység „eredményeképpen“ bekövetkező (stressz)hatásokra. Meddig és milyen mértékig képes e hatásokat közömbösíteni, kiegyensúlyozni, mérsékelni anélkül, hogy állagában, „minőségében“ tartósan és visszafordíthatatlanul következnének be kedvezőtlen változások, s vezetnének ezek káros ökológiai következményekhez [9, 11].

A talaj környezeti érzékenysége szabatosan nehezen általánosítható, mivel specifikus fogalom, amelynek tisztázásához és kvantifikálásához alapvetően három tényező (csoport) megállapítása szükséges:

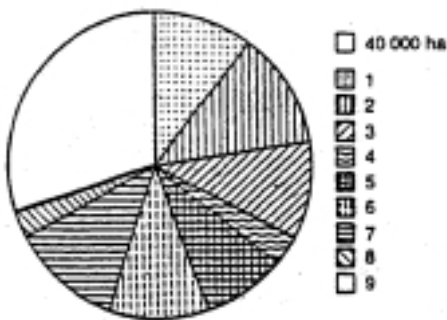
- a (stressz)hatás jellegének, erősségének, mértékének (mennyiség, koncentráció), tartamának, gyakoriságának és bekövetkezési valószínűségének meghatározása (állapotfelmérés) és változásainak folyamatos nyomon követése (monitoring);
- a talaj különböző hatásokkal szembeni érzékenységének, „sérülékenységének“ (sensitivity, susceptibility, vulnerability) jellemzése;
- a talaj „regenerálódó képességének“ (soil resilience) jellemzése.

A földértékelés szempontjából a b. és c. tényezők bírnak megkülönböztetett jelentőséggel. Hisz



1. ábra A talajok termékenységét gátló tényezők Magyarországon. 1. Szélsőségesen könnyű mechanikai összetétel. 2. Savanyú kémhatás. 3. Szikesedés. 4. Szikesedés a talaj mélyebb rétegeiben. 5. Szélsőségesen nehéz mechanikai összetétel. 6. Láposodás. 7. Erózió. 8. Felszín közeli tömör kőzet

egy talaj környezeti érzékenysége, sérülékenysége – gyakran jelentős mértékben – csökkentheti, regeneráló képessége pedig növelheti a talaj értékét, különösen, ha a földértékelési rendszert a fenntartható fejlődés hosszú távú szemléletének szellemében (is) kívánjuk alkalmazni.



2. ábra Kedvezőtlen, közepes és jó vízgazdálkodású talajok megoszlása Magyarországon. 1-5. Kedvezőtlen vízgazdálkodású talajok. A kedvezőtlen vízgazdálkodású talajok oka: 1. Szélsőségesen nagy homoktartalom. 2. Szélsőségesen nagy agyagtartalom. 3. Szikesedés. 4. Láposodás. 5. Sekély termőréteg. 6-8. Közepes vízgazdálkodású talajok. A közepes vízgazdálkodású talajok oka: 6. Nagy homoktartalom. 7. Nagy agyagtartalom. 8. Mérsékelt szikesedés a talaj mélyebb rétegeiben. 9. Jó vízgazdálkodású talajok.

A hazai földértékelési rendszerben a – szélesebb értelemben vett – környezeti érzékenységet három vonatkozásban kell(ene) figyelembe venni:

a) Érzékenység a talajdegradációs folyamatokkal szemben.

A legfontosabb talajtermékenységet gátló tényezők vázlatos térképét mutatjuk be az 1. ábrán [5]. Az ábrán bemutatott helyzetet jelenleg is rontják különböző talajdegradációs folyamatok, amelyek közül a legfontosabbak [8]:

(1) Víz- és szél okozta erózió.

(2) Savanyodás.

(3) Sófelhalmozódás, szikesedés.

(4) Talajszerkezet leromlása, tömörödés.

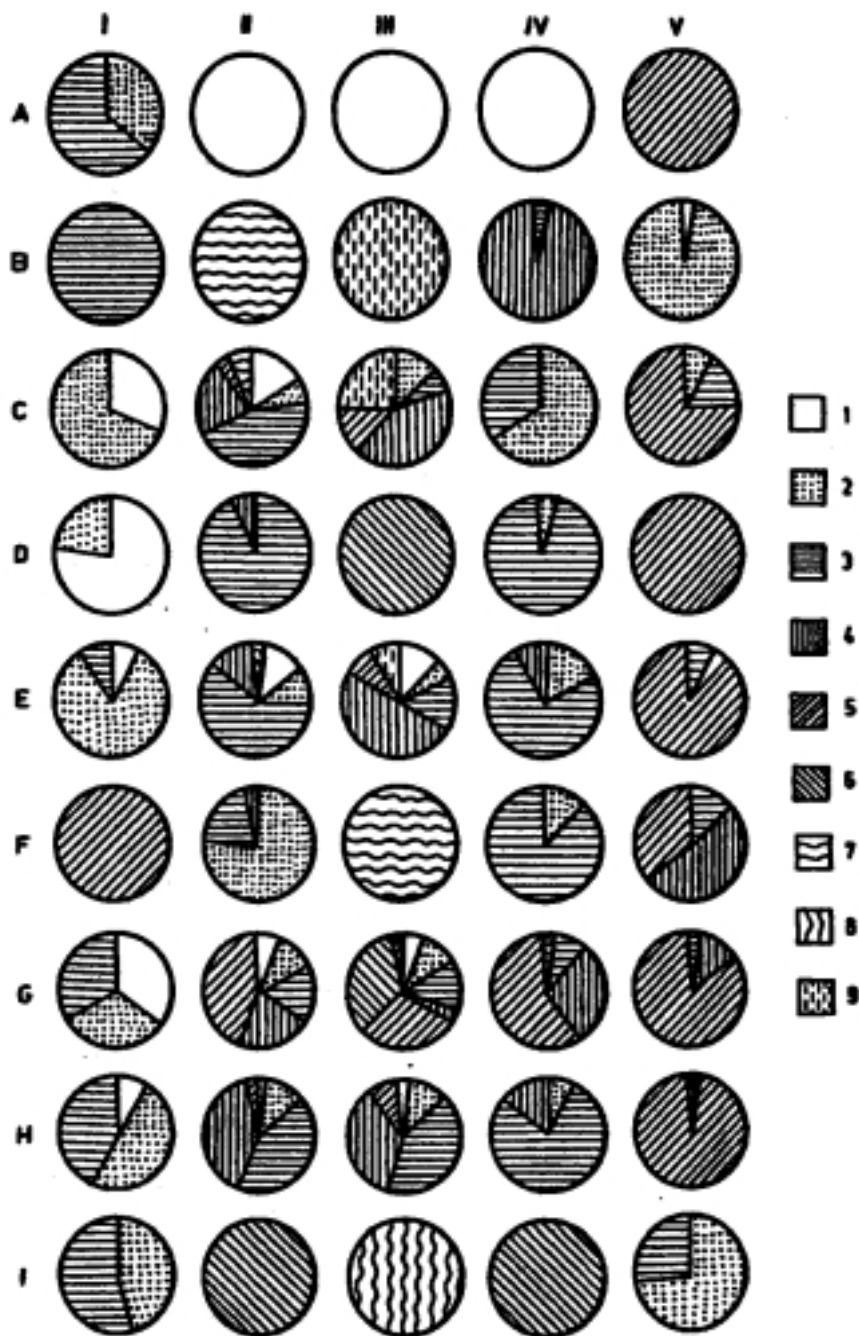
(5) A talaj vízgazdálkodásának szélsőségessé válása.

(6) Biológiai degradáció; kedvezőtlen mikrobiológiai folyamatok, szervesanyag-készlet csökkenése.

(7) A talaj tápanyagforgalmának kedvezőtlen irányú megváltozása.

(8) A talaj pufferképességének csökkenése, talajmérgezés, toxicitás.

A felsorolt talajdegradációs folyamatokkal szembeni érzékenység felmérésére irányuló részletes vizsgálatok alapján – részben nemzetközi és EU projektek keretében – elkészült azok (1, 2, 4, 5) kategória-rendszere, és megszerkesztésre kerültek azok 1:500 000, illetve 1:100 000 méretarányú térképei [11, 12].



3. ábra Talajtípusok és talajtulajdonságok közötti összefüggés

Jelmagyarázat: A számok az egyes talajtulajdonságok kategóriaszámát jelentik az ország termőhelyi adottságait meghatározó talajtani tényezők nyolc-kódszámú rendszerére alapján. (lásd I. táblázat)

Talajtípusok: A = futóhomokok; B = rendzinák; C = agyagbemosódásos barna erdőtalajok; D = pszeudoglejes barna erdőtalajok; E = barnaföldek; F = szoloncsákok; G = réti talajok; H = réti öntéstalajok; I = síkláptalajok.
 Talajtulajdonságok: I = kémhatás és mészállapot; II = fizikai talajféleség; III = vízgazdálkodási tulajdonságok; IV = szervesanyag-készlet; V = termőréteg vastagsága

Tényező	%	Tényező	%
<i>Talajképző kőzet</i>		<i>A talaj kémhatása és mészállapota</i>	
1 Glaciális és alluviális üledékek	37,7	1 Erősen savanyú talajok	13,5
2 Löszös üledékek	48,0	2 Gyengén savanyú talajok	42,2
3 Harmadkori és idősebb üledékek	7,5	3 Szénsavas meszet tartalmazó talajok	38,4
4 Nyirok	1,7	4 Nem felszíntől karbonátos szikes talajok	4,2
5 Mész-kő, dolomit	2,6	5 Felszíntől karbonátos szikes talajok	1,7
6 Homokkő	0,1		
7 Agyagpala, fillit	0,3		
8 Gránit, porfir	0,1		
<i>Fizikai talajféleségek</i>		<i>Szervesanyagkészlet (t/ha)</i>	
1 Homok	15,8	1 0-50	5,3
2 Homokos vályog	9,6	2 50-100	21,0
3 Vályog	43,2	3 100-200	28,5
4 Agyagos vályog	18,6	4 200-300	21,1
5 Agyag	6,9	5 300-400	20,7
6 Tőzeg, kotu	1,3	6 400-	3,4
7 Nem vagy részben mállott durva vázrészek	4,6		
<i>A termőréteg vastagsága (kő, kavics, talajvíz)</i>			
1 0-20 cm	0,3	3 40-70 cm	5,3
2 20-40 cm	4,9	4 70-100 cm	4,0
		5 100- cm	85,5
<i>A talaj vízgazdálkodási tulajdonságai</i>			
Igen nagy víznyelésű és vízvezető képességű, gyenge vízraktározó képességű, igen gyengén víztartó talajok			10,5
Nagy víznyelésű és vízvezető képességű, közepes vízraktározó képességű, gyengén víztartó talajok			11,1
Jó víznyelésű és vízvezető képességű, jó vízraktározó képességű, jó víztartó talajok			24,8
Közepes víznyelésű és vízvezető képességű, nagy vízraktározó képességű, jó víztartó talajok			19,1
Közepes víznyelésű, gyenge vízvezető képességű, nagy vízraktározó képességű, erősen víztartó talajok			6,2
Gyenge víznyelésű, igen gyenge vízvezető képességű, erősen víztartó, kedvezőtlen vízgazdálkodású talajok			14,9
Igen gyenge víznyelésű, szélsőségesen gyenge vízvezető képességű, igen erősen víztartó, igen kedvezőtlen, extrém szélsőséges vízgazdálkodású talajok			3,6
Jó víznyelésű és vízvezető képességű, igen nagy vízraktározó képességű talajok			1,3
Sekély termőrétegtűség miatt szélsőséges vízgazdálkodású talajok			8,5

1. táblázat Magyarország talajainak termékenységét meghatározó legfontosabb talajtani tényezők százalékos területi megoszlása (az ország összterületének %-ában)

b) Érzékenység tápanyagterheléssel, illetve talajszennyeződéssel szemben.

Az MTA Talajtani és Agrokémiai Kutatóintézet GIS Laboratóriumában *Németh*, és munkatársai elkészítették a talajok nitrátbemosódással szembeni érzékenységének térképét, és jelenleg dolgoznak hasonló térkép(ek) megszerkesztésén további terhelő/szennyező anyagokra vonatkozóan [3].

c) A talaj nedvességforgalmának érzékenysége, a talaj szélsőséges vízháztartása [12, 17].

A talaj vízgazdálkodása érzékenyen befolyásolja a talaj termékenységét, sokoldalú funkcióképességét. Hazai talajaink mintegy 43 %-a kedvezőtlen, 26 %-a közepes és csak 31 %-a jó vízgazdálkodású. Ezek területi megoszlását mutatjuk be a 2. ábrán, az okok feltüntetésével. *Várallyay* és munkatársai megalkották a hazai talajok vízgazdálkodási tulajdonságainak kategória-rendszerét, és megszerkesztették e kategóriák 1:100 000 méretarányú térképét. Ugyancsak elkészítették magyarországi talajok vízháztartási típusainak és anyagforgalmi típusainak kategória-rendszerét és 1:500 000 méretarányú térképét is [17].

Az adatbázis alapján jelenleg dolgoznak a talaj vízháztartását, illetve nedvességforgalmát tükröző ún. „évjárat-hatás“ földminősítési rendszerbe építésén, ami Magyarország szeszélyes tér- és időbeni csapadékeloszlású viszonyai között gyakran meghatározó tényezője a növényi terméshozamoknak. Mégpedig gyakran ugyanazon a területen is változó előjellel. Jól ismert az a megfigyelés, hogy nedves esztendőkből más talajok „jobbak“, mint aszályos években.

Hasonlóan kétarcú hatása van a talajvíz-viszonyoknak is. Egyrészt a talajvízszint terep alatti mélységétől és szezondinamikájától, másrészt a talajvíz kémiai összetételétől (sótartalom, ionösszetétel) függően. Erre vonatkozóan szintén hosszú-idősorú megfigyelések adatai állnak rendelkezésre, amelyek beépítése az új földértékelési rendszerbe tehát valós realitás [12].

IV. Mire alapozódjon egy korszerű föld- (talaj-) értékelési rendszer?

Természettudományos alapot elsősorban a talaj és környezet tulajdonságai jelenthetnek:

- a. a talajtípus (altípus, változat);
- b. a talajtulajdonságok;
- c. a talajfolyamatok;
- d. a természeti tényezők („termőhely“).

A jelenlegi talajértékelési rendszer [2, 4, 6] a talajtípusnak ad meghatározó jelentőséget. A talaj-

értékszám számítását ennek alapján indítja. Én ezzel nem tudok egyetérteni, mivel uralkodó talajtípusaink (barna erdőtalajok, csernozjomok, réti talajok, öntéstalajok) talajtulajdonságok tekintetében – mint ezt a 3. ábra szemléletesen igazolja – igen változatos képet mutatnak. Csupán néhány talajtípus definiál egyértelműen vagy meggyőzően talajtulajdonság-együtteseket (homoktalajok, szikes talajok, láptalajok). A talajtermékenységet meghatározó (gátló) tulajdonságok (1. táblázat) [15, 16] a jelenlegi rendszerben csak korrekciós (levonandó) faktorként szerepelnek. Ez indokolt ugyan, de a talajtípus „induló előnyét“ nem minden esetben képes reálisan korrigálni. Kétségtelenül a talajfolyamatok (vízháztartás, anyagforgalom) figyelembevétele jelentené a legjobb megoldást. Ezek azonban még nem mindig kellőképpen ismertek és kvantifikáltak, s hatásmechanizmusuk sem (mindig) tisztázott. Hasonló mondható el a természeti tényezők számbavételéről is, bár a termésre gyakorolt – számos esetben meghatározó – hatásuk miatt számbavételük feltétlenül indokolt, mint ezt az erdészek által régóta használt „termőhely-koncepció“ is igazolja.

A természettudományosan megalapozott talajértékelést természetesen a gazdasági, társadalmi, esetleg szociális és egyéb tényezők részletes elemzésével kell(ene) kiegészíteni, ami (eddig) mindig a földértékelés szűk keresztmetszetét jelentette.

Zárókövetkeztetés

Az összefoglalt új kihívások figyelembevétele csak bizonyos célok dinamikus specifikus függvényeként lehetséges, egy korszerű földminősítési rendszer tehát csak ezen rész-rendszerek harmonizált együtteseként törekedhet természettudományos objektivitásra.

IRODALOM

1. *Bouma, J.–Várallyay, G.–Batjes, N. H.* (1998): Principal land use changes anticipated in Europe. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 67: 103–119
2. *Fórizs J-né–Máté F.–Stefanovits P.* (1972) Talajbonitáció-földértékelés. MTA Agrártud. Oszt. Közlem. 30: 359–378.
3. *Németh, T.–Pásztor, L.–Szabó, J.* (1998): Stochastic modelling of N-leaching using GIS and multivariate statistical methods. *Water Sci. Tech.* 38: 191–197.

4. *Stefanovits P.* (1992): Talajtan. Mezőgazdasági Kiadó. Budapest.

5. *Szabolcs I.–Várallyay Gy.* (1978) A talajok termékenységét gátló tényezők Magyarországon. *Agrokémia és Talajtan* 27: 181–202

6. *Tóth G.–Máté F.* (1999): Jellegzetes dunántúli talajok főbb növényenkénti relatív termékenysége. *Agrokémia és Talajtan* 48: 172–180

7. *Várallyay Gy.* (1985): Magyarország talajainak vízháztartási és anyagforgalmi típusai. *Agrokémia és Talajtan* 34: 267–298

8. *Várallyay Gy.* (1989): Soil degradation processes and their control in Hungary. *Land Degradation and Rehabilitation* 1: 171–188

9. *Várallyay Gy.* (1997): A talaj és funkciói. *Magyar Tudomány* XLII: (12) 1414–1430

10. *Várallyay Gy.* (1999): Megjegyzések és gondolatok *Tóth Gergely és Máté Ferenc*: „Jellegzetes dunántúli talajok főbb növényenkénti relatív termékenysége“ című közleményéhez (*Agrokémia és Talajtan*. 48. (1–2) 172–180. 1999) *Agrokémia és Talajtan* 48: 531–537

11. *Várallyay Gy.* (2000): Talajfolyamatok szabályozásának tudományos megalapozása. In: „Székfoglalók“ 1–32, *Magyar Tudományos Akadémia*, Budapest.

12. *Várallyay Gy.* (2001): A talaj vízgazdálkodása és a környezet. *Magyar Tudomány*. XLVI. (7) 799–815

13. *Várallyay Gy.* (2001): Szemléletváltozások a magyar talajjavítás történetében. *Agrokémia és Talajtan* 50: 119–135

14. *Várallyay Gy.–Láng I.* (2000): A talaj kettős funkciója: természeti erőforrás és termőhely. *Debreceni Egyetem Agrártudományi Közlemények*, 5–19

15. *Várallyay Gy.–Szűcs L.–Murányi A.–Rajkai K.–Zilahy P.* (1979): Magyarország termőhelyi adottságait meghatározó talajtani tényezők 1:100 000 méretarányú térképe. I. *Agrokémia és Talajtan* 28: 363–384

16. *Várallyay Gy.–Szűcs L.–Murányi A.–Rajkai K.–Zilahy P.* (1980): Magyarország termőhelyi adottságait meghatározó tényezők 1:100 000 méretarányú térképe II. *Agrokémia és Talajtan* 29: 35–76

17. *Várallyay Gy.–Szűcs L.–Rajkai K.–Zilahy P.–Murányi A.* (1980): Magyarországi talajok vízgazdálkodási tulajdonságainak kategóriarendszere és 1:100 000 méretarányú térképe. *Agrokémia és Talajtan* 29: 77–112

A Magyar Földmérési, Térképészeti és Távérzékelési Társaság

(1027 Budapest, Fő u. 68. Tel: 201-8642 Fax: 201-2526 e-mail: mail.mfitt@mtesz.hu)

szakmai utat szervez a

NÉMET GEODÉZIAI NAPOKRA

2002. október 15–19. között (5 nap/4 éj)

Programtervezet:

1. nap (október 15.) Kora reggel indulás Budapestről, határátlépés Hegyeshalomnál. Rövid pihenő Melkben, majd a „Bajor Velencében“, Passauban, érkezés Regensburgba a késő esti órákban. Szállás elfoglalása.
2. nap (október 16.) Reggeli után városnézés Regensburgban, majd tovább utazás Alsó-Frankföldön, városnézés a tartomány fővárosában, Würzburgban. Utazás Hessen tartomány fővárosába, Frankfurtba. Szállás elfoglalása.
3. nap (október 17.) Reggeli után egész napos SZAKMAI PROGRAM, majd városnézés.
4. nap (október 18.) Reggeli után SZAKMAI PROGRAM, majd indulás Nürnbergbe, rövid városnézés, majd a szállás elfoglalása.
5. nap (október 19.) Reggeli után továbbutazás Münchenbe. Rövid városnézés, szabad program, majd továbbutazás, érkezés a késő esti órákban Budapestre.

Részvételi költség: **79.500,- Ft/fő**, mely tartalmazza: 4 éj szállás reggelivel (egyszerűen berendezett, zuhanyzós vagy fürdőszobás szobákban, kétágyas elhelyezéssel), utazási költség, baleset-, betegség- és poggyászbiztosítás, csoportkísérő/idegenvezető költségeit. A fenti ár minimum 40 fő együttes utazása esetén érvényes!

Jelentkezési határidő: 2002. augusztus 31.



Az Integrált Igazgatási és Ellenőrzési Rendszer megvalósításának koncepcionális kérdései

Dr. Niklasz László, Geometria Kft., üzletigazgató

Bevezetés

Gyakorlatilag EU tagjelöltté válásunk óta foglalkoztatja a szakembereket az Integrált Igazgatási és Ellenőrzési Rendszer (IIER) megvalósítása, az erre vonatkozó első hivatalos elképzelés – a Mezőgazdasági Nyilvántartási és Támogatási Rendszer (MENTÁR) tervezetének keretében – mégis csak 2000 őszén jelent meg. Ez a tervezet egy szélesebb stratégiát vázol – stratégiai anyaghoz mérten igen részletesen – anélkül, hogy előzőleg koncepcionális kérdéseket tisztázna. Nem véletlen, hogy az IIER földügyi szegmensének megvalósítása körüli kérdések azóta sem kerültek megválaszolásra.

Tanulmányunkban ezeket a kérdéseket vetjük fel, azonban csak az IIER földügyi szegmense oldaláról jelentkezőket boncolgatjuk részletesebben.

Koncepció kialakításának alapfeltételei és lényeges kérdései

Ahhoz, hogy egy olyan jelentőségű, kiterjedésű és komplexitású rendszer, mint az IIER kialakításra kerüljön, számos feltételt, adottságot, lehetőséget kell előzőleg felmérni. Erre a célra általában helyzetfelmérést végeznek, majd ezt elemezve kerül sor a koncepció kialakítására, amit elfogadása után megvalósíthatósági tanulmány készítése követ.

Az említett stratégiai tervezet megelőzően történtek kísérletek a helyzet felmérésére [1] (a MENTÁR-nak is van ilyen része) és ennek alapján javaslatok tételére, azonban első sorban informatikai vagy műszaki oldalról vizsgálták a kérdést. Maga a MENTÁR tanulmány is megemlíti, hogy a koncepció megváltozása megváltoztatja értelemszerűen az abban vázolt elképzelést is.

A tervezetet megelőzően, illetve azt követően koncepció megfogalmazására és elfogadására nem került sor, így a tervezet mondhatni légtüres térben mozgott. Ezt az állapotot kívánta felszámolni az a kormányhatározat /2018/2002. (I. 31.), amely az IIER-re vonatkozó megvalósíthatósági terv készítéséről, illetve a rendszer kialakítására vonatkozó részletes költségterv meghatározásáról intézkedett. A

megvalósíthatósági terv megfogalmazóinak továbbra is szembe kellett néznie azzal a ténnyel, hogy ezt a javaslatot is elfogadott koncepció – egyfajta szakmai konszenzus – hiányában kell összeállítaniuk.

Éppen ezért – a problémát oldandó – a továbbiakban a koncepció kialakításának néhány alapvető feltételét és annak állapotát vizsgáljuk meg először. Ezek a feltételek a következők:

1. Megvalósítás pénzügyi kerete (nagyságrend, forrás, ütemezés). Állapota: nincs döntés.

2. Megvalósítás, illetve működtetés intézményrendszere. A vonatkozó kormányhatározat csak az érintett minisztériumokat (FVM, MeH, PM) jelöli meg. Nem dönt arról, hogy melyik keretében működjön az IIER. Szükség esetén az IIER kialakításának kedvezményezettjeként az FVM-t jelöli meg.

3. Megvalósítás határidejének kijelölése. Állapota: nincs döntés.

4. A rendelkezésre álló informatikai, illetve telekommunikációs infrastruktúra szintje, üzemeltetési költségei. Erre vonatkozó felmérés és kalkuláció ismereteink szerint nem készült.

Úgy gondoljuk, nem szükséges külön taglalni, hogy az említett – véleményünk szerint politikai szintet igénylő – döntések (különösen pénz és idő vonatkozásában) ismeretének hiányában reális koncepcióról és megvalósításról nem lehet beszélni.

A következőkben azokat a kérdéseket foglaljuk össze, amelyeknek megválaszolása mind az IIER meghatározása, mind megvalósítása szempontjából nem kerülhetők meg, ugyanakkor a megvalósítás módját az előzőekben említett alapvető feltételek határozzák meg.

1. A mezőgazdasági parcella azonosító rendszer (MPAR) alapját képező térképek és egyéb termékek meghatározása és előállítás.

A kérdés megválaszolásában a 00/1593 számú tanácsi rendelet az irányadó. Ez azt mondja, hogy „...a mezőgazdasági parcellák azonosítására szolgáló azonosító rendszernek kataszteri térképeken vagy ingatlan-nyilvántartási dokumentumokon,

vagy egyéb térképi referenciákon kell alapulnia. Az alkalmazásnak számítógépesített földrajzi információs rendszer technikával kell készülnie, lehetőleg azonos színvonalú, legalább az 1: 10 000 méretarányú térképnek megfelelő, garantált pontosságú ortofotót – légi vagy műhold felvétélből előállítva – magába foglalva. Az ezzel kapcsolatos műszaki kérdéseket és lehetőségeket a [8] tanulmány boncolgatja, ezért erre itt nem térünk ki.

2. A parcella azonosítás rendszere és ezzel összefüggésben a parcella helyének meghatározása.

Ezzel kapcsolatosan szeretnénk rávilágítani arra, hogy az IIER kétféle parcellát kezel, ezek:

- Mezőgazdasági parcellák, amelyeket a gazdálkodó (kérelmező) határoz meg. Ennek határvonalai akár évente is változhatnak, mivel az aktuális használati viszonyokat tükrözik.

- Referencia (hivatkozási) parcellák, amelyeket a gazdálkodó arra használ, hogy azonosítsa, földrajzilag elhelyezze mezőgazdasági parcelláját/parcelláit, és amelyek a továbbiakban a kérelem adminisztratív kereszt-ellenőrzésének tárgyát képezik. Ezek határvonalai relatíve stabilnak tekinthetők (pl. földrészlet határok).

A [8] tanulmány azt mondja, hogy elvileg a MPAR digitális grafikus adatai valamennyi hivatkozási parcella típust tartalmazhatják, amelyek a tagállamok gyakorlata alapján a következők:

- Mezőgazdasági parcella – egy gazda egyféle növénykultúrát termeszt rajta.

- Gazdálkodói (termelői) tábla – egy gazda által művelt szomszédos parcellák, amelyekben különböző növénykultúrákat termesztnek.

- Fizikai tábla – több gazdálkodó által művelt parcellák, különböző növénykultúrákkal. A szomszédos parcellák stabil fizikai határokkal (pl. vízfolyás, út, kőfal) lehatárolható táblát képeznek.

- Földnyilvántartásban (kataszterben) szereplő földrészlet, ami az aktuális jogi állapotot tükrözi.

- A fentiek kombinációja.

Mivel 2005-től a GIS technika alkalmazása kötelezővé válik, a hivatkozott tanulmány kijelenti, hogy a referencia parcellákat vektorizálni kell a digitális feldolgozásokor. Egyúttal jelzi, hogy kiegészítő adatok vonatkozásában megfelelnek a raszter adatok is. Ennek – természetéből adódóan – egyik esete ortofotók felhasználása vagy kataszteri térképek ilyen formában való rögzítése, ha azokat táblák kialakításához használjuk csak fel.

3. Az adminisztratív ellenőrzésen belüli ún. kereszt-ellenőrzés és egyéb ellenőrzések végrehajtása.

A fenti kérdéskörben a következők megvalósítását kell szem előtt tartani:

- Minimális elvárásként fogalmazták meg [8], hogy minden olyan esetben digitális térkép álljon rendelkezésre, amelynél sajátos ellentmondást állapítottak meg az IIER adminisztratív – normál – kereszt-ellenőrzése során (ez az ellenőrzés a területalapú támogatási és az állattartási kérelmekhez kapcsolódó alfanumerikus adatokra vonatkozik).

- A parcella azonosítás felhasználása termelési alkalmasság ellenőrzésre (szántók nettó területe, csökkentve a tartós használatra nem alkalmas területekkel), majd ezt követően a nemzeti és/vagy regionális adminisztráció döntése a térképek minőségének és a régió sajátosságainak függvényében történhet.

4. Az adatkezelés telekommunikációs hálózaton keresztüli támogatása, illetve a hálózaton keresztül történő szolgáltatás mikéntje.

- Az első kérdéskörben az döntendő el, hogy intraneten és/vagy interneten keresztül lehessen elérni a MPAR adatokat. Ez a döntés már részben befolyásolja a következő kérdésre adandó választ, azaz ki élhet ezzel a lehetőséggel – gazda, falugazdász, falugazdász körzet, megyei FM hivatal, megyei és/vagy körzeti földhivatal, FÖMI? Az ügyfél részéről passzív vagy aktív kapcsolat valósuljon-e meg? (Aktív, ha visszajelezheti a mezőgazdasági parcella határvonalára vonatkozó változást.)

- A második kérdéskörben eldöntendő: a gazda által használt területekről az éves kérelem benyújtása előtt térképmásolat külön kívánságra, vagy mindenkinek kötelezően kerüljön kiadásra.

5. Helyszíni ellenőrzés támogatása.

- Digitális térképnek kell rendelkezésre állnia a helyszíni ellenőrzés részére, lehetővé téve az ellenőrzést végrehajtó ügynökségnek vagy helyi ellenőrnek, hogy "hagyományos" módszerrel elvégezhesse a szükséges ellenőrzést, amelyhez az aktualizált térképnek a parcellák elhelyezkedéséről, a deklarált földhasználatról kell információkat nyújtania. Ez utóbbihoz kiegészítő adalékként szolgálhat az adminisztratív kereszt-ellenőrzésből származó észrevétel.

- A helyszíni ellenőrzésben meghatározó szerepet játszanak a földügyi adatok, ezért fontos, hogy ezen adatok pontosak és naprakészek legyenek.

6. Földügyi igazgatás intézményrendszerének, illetve a privát szférának a szerepe a megvalósításban és működtetésben.

A rendszer földügyi szegmensének a kifejlesztésében és megvalósításában az EU gyakorlatában a magáncégek – hasonlóan más kormányzati projektekhez – pályázatok útján vehetnek részt. Itt az döntendő el, hogy miként szegmentálják a feladatot közöttük. A működtetésben a magáncégek szerepe a kérelmek évenkénti ellenőrzésének végrehajtásában jelenik meg, amit szintén pályázatok útján nyerhetnek el. Itt viszont az döntendő el, hogy ennek milyen formáját választják – pl. éves vagy középtávú szerződések –, illetve mekkora szeletet kapnak az ellenőrzésből.

A földügyi igazgatás intézményrendszerének szereplői közti munkamegosztás jelentős mértékben függ a koncepciótól, a rendelkezésre álló vagy kifejlesztendő informatikai infrastruktúrától.

7. Rendszer kialakítása, működtetése decentralizált vagy centralizált környezetben.

A földügyi informatikai rendszerek hazánkban decentralizáltak. Az IIER-t a tagállamokban általában centralizált rendszerben üzemeltetik, de pl. Németországban tartományonként létrehozott rendszerek találhatók. Ha decentralizálni kívánják a rendszert, akkor nyilván el kell dönteni, hogy erre milyen szinten – pl. régió, megye – kerüljön sor.

A működtetés – itt első sorban a kérelmező gazdák kiszolgálására gondolunk – vonatkozásában a decentralizált megoldás (ügyfél/kiszolgáló struktúra) az előnyösebb, mivel a szükséges információkat helybe viszi.

8. Együttműködési igény más, pl. agrárstatisztikai rendszerekkel.

Az EU ajánlások között az agrárstatisztikai rendszerrel kívánatos együttműködés megfogalmazásra is került. Ezt az együttműködést megkönnyítheti, hogy

- ezen a területen is egyre inkább előtérbe kerül a térinformatika alkalmazása,

- a KSH-nál máris létrejött egy mezőgazdasági parcella alapú szőlő és gyümölcsös ültetvény nyilvántartás [11], amely térinformatikai eszközöket is használ.

9. Jövőbeni fejlesztési igények, módosítások figyelembevétel.

A teljesség igénye nélkül néhány szempontra hívjuk itt fel a figyelmet, ezek:

- Az internet és a WEB technológia alkalmazása egyre jobban tért hódít.

- A KAP átalakulás előtt áll, ennek egyik várható következménye, hogy a területalapú támoga-

tásoknál nem játszik szerepet a termesztett növénykultúra. Ez azt jelenti, hogy a távérzékeléssel történő ellenőrzés egyszerűsödik, nem lesz szükség a kultúrák beazonosítására.

- A különböző támogatásokat és ezek adminisztrációs és ellenőrzési rendszerét tervezik egyszerűsíteni, összevontan kezelni, amely nyitott rendszer kialakítását feltételezi.

EU előírások, ajánlások

Az IIER létrehozására vonatkozó jogi alapot az Európa Tanács a 92/1765., 92/3508., 92/3887. és a 00/1593. számú rendeletei képezik. Ezek részletesebb taglalása megtalálható a [2] tanulmányban, ezért erre nem térünk ki. A szabályozásnak a földügyi szegmensre vonatkozó lényege az, hogy ki kell alakítani egy mezőgazdasági parcella azonosító rendszert, továbbá 2005-től a rendszer működtetésében a GIS technika alkalmazása kötelező, azaz ezt a rendszert térinformatikai környezetbe kell elhelyezni.

A következőkben az IIER földügyi szegmensét érintő ajánlásokat foglaljuk össze röviden:

1. A mezőgazdasági parcellák nem csak alfanumerikus módon határozhatók meg, és foglalhatók adatbázisba, hanem geometriai leírásuk vagy grafikus ábrázolásuk is megadható az adatbázisban. Ennek három alapvető formájára – mezőgazdasági parcella, gazdálkodói (termelői) tábla, fizikai tábla – a [8] tanulmány tesz javaslatot. Megjegyezzük, hogy a GIS technika 2005-től történő kötelező alkalmazásával ez a lehetőség már nem ajánlásként fog funkcionálni.

2. A támogatási kérelem kitöltésének gyorsítása, illetve pontosítása céljából térképkivonat eljuttatása a gazdákhöz.

3. Ortofoto alkalmazásának bevezetése és integrálása a rendszerbe mind adminisztrációs, mind ellenőrzési szinten.

4. A rendszer továbbfejlesztése és felhasználása vonatkozásában javasolják többek között:

- A támogatási kérelmek kitöltéséhez a rendszer szolgáltatásait minél közelebb vinni az ügyfélhez.

- A kérelemmel kapcsolatos térképigény kielégítése, a kérelem kitöltésének meggyorsítása és megkönnyítése vonatkozásában az elektronikus szolgáltatások kibővítését.

- Az agrár adatok gyűjtését támogató mobil eszközök vagy az ellenőrzésben felhasznált GPS-szel ellátott eszközök közvetlen kapcsolási lehetősége az IIER alrendszereihez, pl. a MPAR-hoz.

- Az IIER bővíthetőségének biztosítása jövőbe-

ni támogatási sémák – pl. agrár környezet gazdálkodáshoz, természetvédelmi célokhoz – kezelésére, termék eredet vagy élelmiszer minőség igazolásához, amelyek az ellenőrzési módszerek bővítésével, az adatok aktualizálásának eltérő ütemezésével járnak együtt.

5. Együtműködés az agrárstatisztikai rendszerrel. Az igény hazánkban mindkét oldalról fennáll, így megvalósítása feltehetőleg könnyebb lesz.

6. Gyakran elhangzik, hogy az EU a csatlakozó országoknak a fizikai blokk alapú rendszer megvalósítását ajánlja. Természetesen a vonatkozó jogszabályok nem tartalmazzak ajánlásokat. A MPAR létrehozásával külön foglalkozó EU vitaanyag [8] – amelyet a csatlakozó országoknak is ajánlanak – szintén nem tartalmaz ilyen javaslatot. Nem vonjuk kétségbe, hogy elhangzott ilyen javaslat, azonban rá szeretnénk világítani ennek szakmai háttérére, hogy megfelelően tudjuk ezt kezelni. A javaslat indoka abban keresendő, hogy a MPAR létrehozásának ez a legracionálisabb megoldása abban az esetben, ha az adott ország nem rendelkezik megfelelő térképekkel, illetve földnyilvántartási hivatkozási rendszerrel. Ha sorra vesszük a jelölt országok listáját, és ebből a szempontból értékeljük azokat, akkor a [12] tanulmányban rögzített felmérés alapján megállapítható, hogy az említett eset áll fenn. Ebből azonban nem következik, hogy ezt minden jelölt országra automatikusan értelmezni kellene. Különösen nem Magyarországra, ahol a kataszternek több mint 150 éves hagyománya van, és a térképellátottság európai viszonylatban is jó.

EU minták és tapasztalatok

Tekintettel arra, hogy az IIER konkrét megvalósítására vonatkozóan nincsenek előírások, hanem csak azokat a feltételeket szabályozzák, amelyeket az adott alkalmazásnak ki kell elégítenie, a tagországi megoldásokra nyugodtan el lehet mondani, hogy egyediek, amelyek kialakításánál a nemzeti sajátosságokat, adottságokat vették figyelembe. Ezek a sajátosságok első sorban a parcella azonosításra rendelkezésre álló vagy előállított (előállítás alatt álló) térképi adatok, termékek, illetve az ezzel szoros összefüggésben lévő parcella azonosító rendszer (MPAR) vonatkozásában jelennek meg. A tagországokénti sajátosságok összefoglalása a [2] tanulmányban megtalálható.

A Geometria Térinformatikai Rendszerház és GeoAdat Kft. nevű vállalata az elmúlt években aktív résztvevője volt a tagországok vonatkozásában az IIER számára történő térképi adat előállítás

[3], [4], illetve GIS technikával támogatott ellenőrzés [5] végrehajtásának és hazai – de az elvégzett feladatok nagyságrendje következtében nemzetközi vonatkozásban is kiemelkedő – szinten komoly tapasztalatokat szerzett az IIER létrehozásában és ellenőrzési funkcióinak kivitelezésében. Bízunk abban, hogy ez a hazánkban egyedüli tapasztalat nem vész el, sőt felhasználható az előttünk álló feladatok elvégzésében.

Javaslat a földügyi szegmens kialakításának koncepciójára

A javaslat abból indul ki, hogy e tanulmány megszületéséig nem hoztak alapvető döntéseket a megvalósítás vonatkozásában. A csatlakozás feltehető – 2004 közepe – időpontjáig igen rövid idő áll rendelkezésre, beleszámítva a megvalósítást célzó pályázat, illetve a kifizető intézmény auditálásának időigényét. Feltételeztük továbbá azt is, hogy ha a szakmai lobby által elképzelt pénzüsszegek valamilyen csoda folytán rendelkezésre állnának, idő hiányában ezek már nem lennének elkölthetők.

Az előzőekből következően olyan megoldást kell követni, ami költséghatékony és a rendelkezésre álló időben reálisan megvalósítható úgy, hogy alapvető szakmai érdekek ne sérüljenek (ne veszítsen további teret a földügyi szakma).

Mi az, ami rendelkezésre áll – az előzőek tükrében – hazánkban a MPAR létrehozásához?

– Egyedi azonosító rendszer a földrészletek vonatkozásában, amelyek így referenciaként felhasználhatók.

– Egységes hivatkozási rendszer (EOV) a térképek számára, ami azok homogén kezelését teszi lehetővé digitális átalakításuk után. Ezzel a parcellák földrajzi elhelyezkedése országos kiterjedésben, egyértelműen deklarálható.

– Digitális adatállomány – EOV-ba transzformált raszter formában – a teljes mezőgazdasági területet lefedő átnézeti térképekről. Ezzel lehetőség nyílik földrészletek geokódolására, azonosító pontjuk képernyőn történő digitalizálásával, továbbá a hiányzó táblahatárok digitalizálására.

– Digitális vektor állomány jelentős számú település vonatkozásában a külterületi földrészletekről, amely lehetőséget nyújt a referencia parcellák meghatározására, a táblahatárok poligonjainak előállítására, továbbá a tábla által érintett földrészletek geokódjainak kiválasztására.

– Mintaként szolgáló térinformatikai rendszer az ültetvények azonosítására (KSH szőlő és gyümölcsös kataszter), ami jó kiindulópont lehet a MPAR kialakításához.

– Relatívén aktuális, nagy felbontású, színes, digitalizált légifelvétel a teljes mezőgazdasági területről, illetve ortofotók ennek egy részéről.

– Számítógéppel vezetett ingatlan-, illetve földhasználat nyilvántartás.

– Több éves, közvetlen EU gyakorlat mind a MPAR térképi alapjainak létrehozásában (Geometria, GeoAdat), mind az éves ellenőrzések végrehajtásában (GeoAdat). Gyakorlat a hazai távérzékeléses támogatás ellenőrzés [13] végzésében (FÖMI).

Az előzőekben ismertetett műszaki adottságok, lehetőségek, továbbá a rendelkezésre álló idő és azon tény, hogy nincs megjelölt pénzforrás figyelembevételével a MPAR kialakítására a következő koncepciót javasoljuk; gazdálkodói tábla alapú rendszer (ílot system EU terminológia szerint) létrehozása, amely a hazai térképi adottságokra, a földhasználatban az ingatlan-nyilvántartás szerinti azonosításra, a földkataszter évszázadnál hosszabb hagyományaira épít. Javaslatunk szerint a rendszer létrehozása a következő lépéseket foglalná magába:

1. A KSH szőlő és gyümölcs katasztere számára – a földmérési alaptérképek 1: 10 000 méretarányú átnézeti térképeinek szkennelésével és EOV-ba transzformálásával – létrehozott raszterterképek átvétele. A térképek háttér információként szolgálnak a MPAR részére. A MPAR elsődleges adatállományának létrehozása után szerepük fokozatosan csökken.

2. A földprivatizációból, illetve az NKP projektekből származó digitális alaptérkép vektorállományok egységes formába – pl. EOV-ba transzformálás – konvertálása és ezek felhasználásával a gazdálkodói tábla határvonalának meghatározása. Ahol hiányzik vektoradat, ott ez a földmérési alaptérkép digitalizálásával, avagy idő hiányában a raszterterképen képernyő digitalizálással meghatározható. A gazdálkodói táblák elsődleges meghatározása a hiteles földhasználat nyilvántartás és a területalapú támogatási kérelmek alapján kell történnjen. Ez a későbbiekben a benyújtott támogatási kérelmek alapján folyamatosan finomítható.

3. A táblába eső földrészletek vagy részek azonosító pontjainak geokódolása a raszterterkép felhasználásával. Ahol vektortérképek rendelkezésre állnak, ott ezt nem kell végrehajtani. A geokódoknak a táblaazonosítóhoz kötése. Ezzel a táblának mint hivatkozási parcellának a teljes körű szerepe létrejön, mivel mind a föld-, mind a földhasználat nyilvántartással az azonosító révén közvetlen kapcsolat alakítható ki.

4. A táblán belüli mezőgazdasági parcella határok megadására a kérelmekben kerül sor, amikor is a gazdálkodó ortofotóra vagy légifelvételre vetített táblahatár rajzot kap a táblán belüli mezőgazdasági parcella határok megjelöléséhez. A későbbiekben csak akkor kap ilyen rajzot, ha kéri, ugyanis megváltoztak a használati határok a táblán belül.

5. A kérelmek ellenőrzése – földügyi szempontból – az EU által előírt, távérzékeléssel támogatott feldolgozással történik. Ezt igen részletesen ismerteti a [14] tanulmány, ennek taglalására hely hiányában nem térünk ki.

Összegzés

Miután hajlamosak vagyunk az ehhez hasonló léptékű feladatokat – lásd NKP, MTP – a túlzott szakmai igények és kívánságok búvköréből kiindulva kezelni, néhány dologra befejezésként felhívni a figyelmet.

Ismételten szeretnénk hangsúlyozni, hogy az IIER földügyi szegmensének – lényegében MPAR-nak – létrehozása, illetve a területalapú kérelmek ellenőrzése vonatkozásában nincs egységes EU gyakorlat. Egyetlen követelménynek kell megfelelni, ez pedig a korábban hivatkozott rendeletekben lefektetett irányelvek teljesülése.

A MPAR kialakításánál nem árt figyelembe venni azt a tényt, hogy a kérelmeket nem mezőgazdasági parcellánként, hanem gazdálkodónként/gazdaságonként kell benyújtani, továbbá a kérelmekre – ezen belül a parcellákra – vonatkozó mintavételes vagy tételes ellenőrzésre rendelkezésre álló idő évente 30-40 munkanap.

A tagországok a tárgyévben mezőgazdasági támogatásra rendelkezésre álló összegből – az EU az éves költségvetésében határozza ezt meg – kötelesek az ellenőrzést (lényegében az összeg elköltését) ellenőrizni. Az előzőekből következik, ha az éves ellenőrzés (a kialakított rendszer működtetése) drága, akkor kevesebb jut támogatásra. A gazdák ezt nem szeretik. Ha az éves ellenőrzés olcsó, akkor a támogatásra kiosztható összeg megnövekszik. A gazdák ezt szeretik. Ha azonban az éves ellenőrzés rossz, az EU a következő évben az érintett gazdáknak (szélsőséges esetben az adott országnak) nem folyósítja a támogatást. Ezt a gazdák nagyon nem szeretik, és egyáltalán nem tolerálják. Ezek között a malomkövek között őrlődnek a politikai döntéshozók, és ez az oka annak, hogy minden olyan elképzelés életveszélyes, ami feleslegesen drágítja az eljárást, de nem segíti annak hatékony elvégzését. Csak gondolatébresztőnek kiemelve ezek közül néhányat, a teljesség ígé-

nye nélkül: túlzott igény az alkalmazott térkép pontosságával szemben; aránytalanság az ellenőrzés céljára alkalmazott légi-, illetve űrfelvételek felhasználása között; szükségtelen pontossági igények megfogalmazása e termékek esetében is; rendszer működtetés munkaerő szükségletének túltervezése (lényegében évente egy igen rövid időciklusra koncentrálódik az ellenőrzési feladatok zöme); feladat végrehajtásban monopóliumhelyzet, a verseny kizárásával; jogi feltételek biztosításának elhanyagolása.

IRODALOM

[1.] *Kidd R.–Csonka B.–Remetey-Fülöpp G.*: A Parcella Azonosító Rendszer szerepe az Integrált Igazgatási és Ellenőrzési Rendszerben. Térinformatika 2001/5.

[2.] *Niklasz L.*: Az Integrált Igazgatási és Ellenőrzési Rendszer bevezetésének kérdései. Térinformatika 2001/5.

[3.] *Medvig A.*: Digitális térképek alkalmazása a holland agrártámogatási rendszerben. Térinformatika 2001/5.

[4.] *Hargitai P.*: Digitális adatbázis-építés Németország részére. Térinformatika 2002/2.

[5.] Ellenőrzés, űr- és légifelvételek alapján. Magyar Mezőgazdaság, 2001. augusztus 29., 35. szám

[6.] *Ponicsán G.–Tóth S.*: A földalapú támogatások Integrált Igazgatási és Ellenőrzési Rendszerének térképi alapja. Geod. és Kart. 2001/8.

[7.] *Berényi A.*: Szakértői és földhivatali szemmel az IIER térképi alapjáról. Geod. és Kart. 2001/8.

[8.] *Léo, O.–Lemoine, G.*: Land Parcel Identification Systems in the frame of Regulation (EC) 1593/2000. Discussion Paper, v.1.4. EC DG JRC, Ispra, 2001

[9.] *Niklasz L.–Remetey-Fülöpp G.*: Felkészülés a KAP intézményrendszer működtetésének földügyi és térképészeti feladataira. Térinformatika 1999/8.

[10.] *Niklasz L.*: Földügyek és EU csatlakozás. Térinformatika 2001/4.

[11.] *Niklasz L.–Pintér L.–Podolcsák Á.*: Agrárstatisztika térinformatikai hátterének kialakítása a KSH-ban. Országos Térinformatikai Konferencia, Szolnok, 2001. CD – kiadvány

[12.] Study on Key Aspects of Land Registration and Cadastral Legislation. UNECE WPLA (The Working Party on Land Administration) Progress Report, 2000

[13.] *Csornai G.*: Az Országos Szántóföldi Növénymonitoring és Termésbecslés Program bemutatása. Térinformatika 2002/3.

[14.] Technical Recommendations for the 2000 Campaign of Control with Remote Sensing of Arable and Forage Land Area-Based Subsidies. EC DG JRC, Ispra, 26/04/2000.

Conceptual Questions of Integrated Administration and Control System's Implementation

L. Niklasz
Summary

(i) It should be analysed and considered thoroughly the basic conditions and financial, technical, institutional etc. questions to develop a conception for IACS in Hungary. (ii) Based on Council Regulation No 1765/92, 3508/92, 3887/92 and 1593/00 should be set up the integrated system, and it is advised to take the EU DG JRC's technical recommendations regarding the control with remote sensing and the implementation of the LPIS (Land Parcel Identification System) into consideration. (iii) There is no standard for LPIS or IACS but it is advised to use the experiences of Member States establishing them. Geometria Ltd. and its company GeoAdat Ltd. have comprehensive international (Danish, Dutch, German) experiences to develop a computerized database for LPIS and to control the agricultural parcels by remote sensing. (iv) Based on national conditions, possibilities and the historical tradition of cadastre – unified land registry and cadastre, unique identifier for cadastral parcels, unified projection and mapping system etc. – advised to develop a farmer's îlot system for LPIS implementing by GIS technique. The îlot system should be based on regrouping of cadastral parcels digitizing a point inside each cadastral parcel (geocode), and link it with the identification number of the parcel and the îlot. The declared îlot should be digitized, e.g. outlining the external boundaries of the grouped cadastral parcels.

A függőleges felszínmozgások vizsgálata Kisköre és a Békési-medence, továbbá a Kisalföld térségében

Dr. Joó István egyetemi tanár–Balázsik Valéria főisk. docens
(NYME Geoinformatikai Főiskolai Kar)



A magyarországi függőleges felszínmozgások viszonylag részletes leírása már több kiadványban megjelent (térképek, tanulmányok, előadások). Ezek közül a mostani tanulmány szempontjából különösen a következők érdemelnek hangsúlyos figyelmet. Az egyik Magyarország függőleges irányú mozgásainak digitális térképe, amelynek 1:500 000 m.a.-ú realizálása már 1995-ben megjelent. Ez a mozgások részletes leírását adja 0,5 mm/év értékkel (Joó, 1995). A térkép részletes bemutatása a *Geodézia és Kartográfia* 1996/4. számában található (Joó, 1996).

E térképművel kapcsolatosan megállapítható, hogy Magyarország tekintetében ez jelenleg is a legrészletesebb (és legfrissebb) forrásmű.

Ugyancsak kiemelést érdemel még az a térképmű és a hozzá tartozó leírás, amely a Kárpát–Balkán régió (KBR) vertikális mozgásai (vonallal ment) horizontális gradienseit mutatja (m.a.: 1:1 millió, a dőlésszög élessége 0,001"/év). A térkép 1991-ben jelent meg, *Joó I.* főszerkesztésével és *dr. Hörömpő János* kartográfiai szerkesztésével. A térkép szerkesztésének magyar bizottsága a következőkből állt: *Joó I.–Czobor Á.–Gazsó M. és Németh Zs.*

Ez utóbbi különösen azért érdemel figyelmet, mert ennek során kiterjedt földtani–morfológiai adatgyűjtésre, részletes helyszíni bejárásra (közel 4000 km!), földtani szelvények szerkesztésére, további 1500 oldalas kutatási jelentés összeállítására került sor.

Az eddig leírtak a földfelszín függőleges irányú mozgásai feltárását és azok minél részletesebb bemutatását célozták. A vizsgálat második szakaszá-

ban már a mozgásjelenségek földtani (geofizikai) összefüggései és modellezése került előtérbe. Ezen a területen ugyancsak kiterjedt elemzések történtek. Ezek érzékeltetésére az irodalmi források bemutatása szolgál.

A vizsgálat ide vonatkozó bemutatása már több alkalommal megtörtént. Így azok újbóli részletes bemutatásától eltekintünk. Ehelyett csupán utalunk arra, hogy a vizsgálatok során a mozgássebességek és így a földtani/geofizikai jellemzők feltételezett kapcsolatának elemzésénél, regressziós-korrelációs analízist alkalmaztunk, illetőleg – egyes tipikus térségeknél vagy vonalak mentén – modellezést végeztünk (1+3) vagy (1+4) változós lineáris modellekkel.

Ezen újabb vizsgálatokat a PGT4 szeizmikus mélyszonózási vonalon (Szeged–Békési-medence) végeztük. Ennek során előbb a vertikális mozgások és alapkőzet-mélység közötti kapcsolatot vizsgáltuk, és modelleztük, majd ugyanott (1+3) változós regressziós-korrelációs analízist végeztünk, és modellt vezettünk le, igen kedvező eredménnyel. Ezeket a *Geodézia és Kartográfia* 2000/5. és 2000/10. számában publikáltuk.

Mivel az ismételt geodéziai mérésekből levezetett függőleges irányú mozgások sebességei és a tárgyalt földtani jellemzők kapcsolata meglehetősen bonyolult, ezért az ilyen modellek értelmezésénél nagy körültekintéssel kell eljárni, és a vizsgálatokat indokolt különböző területeken (más vonalak mentén) is elvégezni.

Ennek megfelelően: a mostani összeállításban két újabb vizsgálati vonalon végzett vizsgálatok

eredményeit és az ott levezetett modellek használhatóságát mutatjuk be. Ezek közül az egyik vonal (PGT1) Kiskörétől fut D-K-i irányban egészen a Békési-medence északi részéig, a másik pedig Lövőtől (Győr–Moson–Sopron megye) a Győri-medencén keresztül Kisbérig.

A PGT1-vonal Kisköre környékén metszi a Tisza vonalát, majd a Nagykunságot, a Körös-vidéket és a Békési-medence É-K-i részén végződik.

A Kisalföld elnevezésű (tört) vizsgálati vonal a Kelet-Alpok lábainál indul (Lövő), átszeli a Hanságot, aztán Győr környékén kelet-délkelet irányban halad egészen Kisbérig (Bársonyos).

Az újabb vizsgálatok módszere és főbb lépései megegyeznek a PGT4-vonal vizsgálatánál alkalmazottakkal, amelyeket pedig a Geodézia és Kartográfia 2000/10. számában (bár tömörítve, de) közreadtunk. Így ezek ismételt tárgyalásától ugyancsak eltekintünk. Ehelyett felsoroljuk a módszer főbb jellemzőit és lépéseit.

A vizsgálatnál tehát a függőleges irányú felszíni mozgások sebessége, továbbá a pretercier alapkőzet mélysége (másként fogalmazva a sediments vastagsága), a Bouguer-féle nehézségi anomáliák, és a földi hőáramok közötti kapcsolatot vizsgáltuk. Ennek keretében számítottuk a páronkénti regressziókat és korrelációs együtthatókat.

Az (1+3) változós lineáris modell *A*, *B*, *C* paramétereinek számításához az *V*. kiegyenlítési csoport alkalmazására kerül sor úgy, hogy minden adat kapott javítást. Itt számítani kellett a kovariációkat, de számítottuk még a kiegyenlítés utáni korrelációs együtthatókat, a paraméterek korrelációját és a szórásokat is.

Végül mindegyik vonalon vizsgáltuk a modell illeszkedését. Ezzel összefüggésben bemutatjuk a maradék ellentmondásokat (azok átlagát, terjedelmét és szórását) is.

1. A PGT1-vonal (Kisköre–Békési-medence) vizsgálata

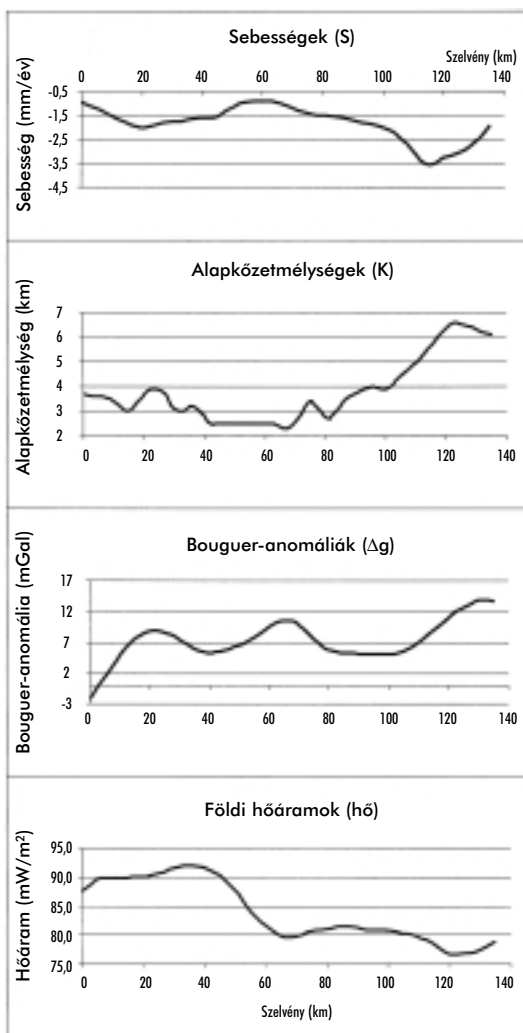
A 135 km hosszú vizsgálati vonalon 3 km-enként vettünk adatokat a saját adatbázisunkból kialakított felületmodellekből (*S*, *K*, Δg és *Hő*).

Kiinduló adatok

I. táblázat

	Átlagérték	Terjedelem	Szórás
<i>S</i> (mm/év)	-1,83	-3,52 → 0,88	0,70
<i>K</i> (km)	3,54	2,30 → 6,60	1,06
Δg (mGal)	6,74	-2,2 → 13,9	2,72
<i>Hő</i> (mW/m ²)	86,40	76,6 → 92,0	5,16

A PGT1-vonal kiinduló adatai



1. ábra

Így minden változóra 46 adat állt rendelkezésre. Ezek főbb jellemzőit (átlag, terjedelem, szórás) az I. táblázat tartalmazza.

A kiinduló adatok vonal menti alakulását az I. ábra szemlélteti, ahol az első grafikon a sebességeket (*S*), a második az alapkőzet-mélységeket (*K*), a harmadik a Bouguer-féle nehézségi anomáliákat (Δg), a negyedik pedig a földi hőáramok (*Hő*) értékeinek alakulását mutatja.

A korrelációs együtthatók értékeinek átlagát (kiegyenlítés előtt és után) a II. táblázat mutatja. A táblázat első sorában a kiegyenlítés előtti (páronkénti) korrelációs együtthatók átlaga, a második sorban pedig a kiegyenlítés utáni értékek láthatók.

	S/K	S/ Δg	S/Hő
Kiegyenlítés előtt	-0,85	-0,42	0,45
Kiegyenlítés után	-0,87	-0,44	0,48

A korrelációk vonal menti alakulását a 2. ábra három grafikonja szemlélteti.

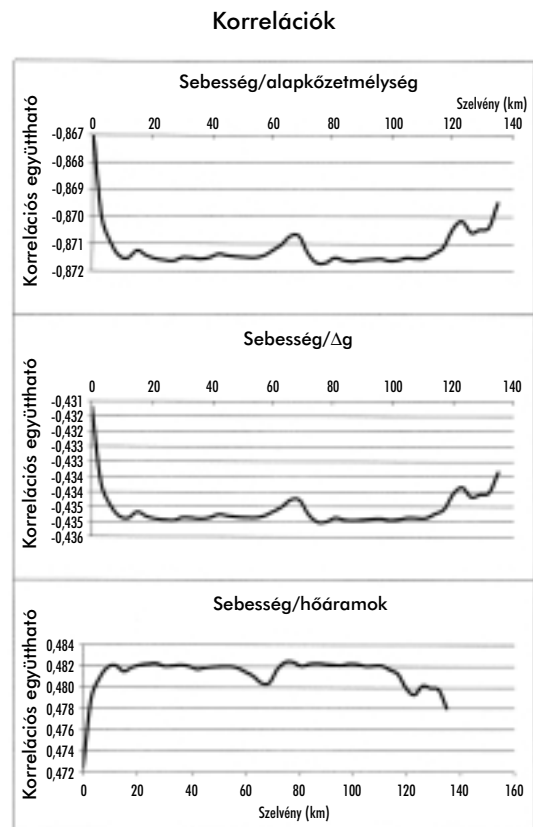
A II. táblázat és a 2. ábra alapján a következő megállapításokat tehetjük.

a) Az eddigi tapasztalatnak megfelelően a legerősebb kapcsolat itt is a sebesség és alapkőzetmélység között mutatkozik $r = -0,87$.

b) A kiegyenlítés előtt és után számított korrelációs együtthatók csak kis mértékben különböznek egymástól.

c) A korrelációk vonal menti értékei ugyancsak kis mértékben változnak.

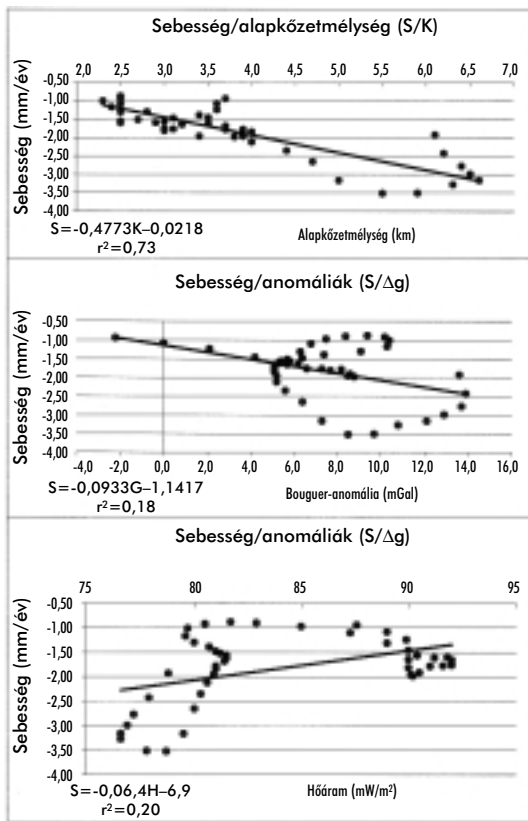
Az S függő változó, továbbá a K, Δg és Hő független változók regresszióját, ezen kívül a regressziós egyenleteket és $r^2=R$ értékeket a 3. ábra mu-



2. ábra

tatja. Itt a legnyugodtabb képet az S/K-reláció mutatja. Sokkal zavartabb a kép S/ Δg -nél és S/Hő-nél.

Regressziók



3. ábra

A korábban már bemutatott modell ($(S-S_0) = A \cdot K + B \cdot \Delta g + C \cdot H_0$, ahol S_0 az átlagos sebesség) kiegyenlített A, B és C paramétereit a III. táblázat mutatja, ahol A a kőzetmélységhez, B a Δg -hez, C pedig a földi hőáramhoz kapcsolódik.

A paraméterek értékei és szórások III. táblázat

A	-0,3973	0,0131
B	-0,0035	0,0048
C	0,0184	0,0006

A paraméterek szórásai alapján a B-paraméter mutat nagyobb bizonytalanságot, ami összecseng az $r = -0,44$ értékkel, továbbá a 3. ábra második grafikonja által mutatott eléggé zavart regresszióval.

Végül szóljunk a maradék ellentmondásokról is. A modell illeszkedését a maradék ellentmondá-

sok(Δ) reálisan reprezentálják. Ezeket esetünkben a következőkkel lehet jellemezni.

$\Delta_{\text{átlag}}: 0,35 \text{ mm/év}$
 Terjedelem: $-1,35 \rightarrow 0,66 \text{ mm/év}$
 Szórás: $0,35 \text{ mm/év}$

Megállapítható, hogy a PGT1 vonalra levezetett modell használható, de már kevésbé olyan hatékony, mint a PGT4 vonalra levezetett, ahol $\Delta_{\text{átlag}} = 0,21 \text{ mm/év}$, a szórás pedig $0,24 \text{ mm/év}$ volt (Joó I. 2001). Ez azonban természetes is, ha figyelembe vesszük PGT4-nél a nagyobb alapkőzetmélységet és azt a felismerést, hogy a sebesség legerősebben a kőzetmélységtől függ.

2. A Kisalföld-vonal (Lövő–Győr–Kisbér) vizsgálata

A 120 km hosszú vizsgálati vonal Lövőtől kiindulva Győr közelében megtörik és így éri el Kisbért; amely a Dunántúli-középhegység nyugati részén a Bársonyos nevű dombvidéken található. A vonal választásával azt kívántuk megtudni, hogy miképpen alakul a modell egy olyan vonal mentén, ahol a kezdőpont (Lövő) még a Keleti-Alpok lábánál található, majd ezt követően áthalad a Hanság jellegzetes térségén, majd (Győr térségében) eléri a Kisalföld magyarországi részének legvastagabb fedőrétegét (5,6 km), aztán pedig belemetsz a Dunántúli-középhegység nyugati-északnyugati részébe.

A vizsgálati vonalhoz tartozó kiinduló adatokat a IV. táblázat tartalmazza.

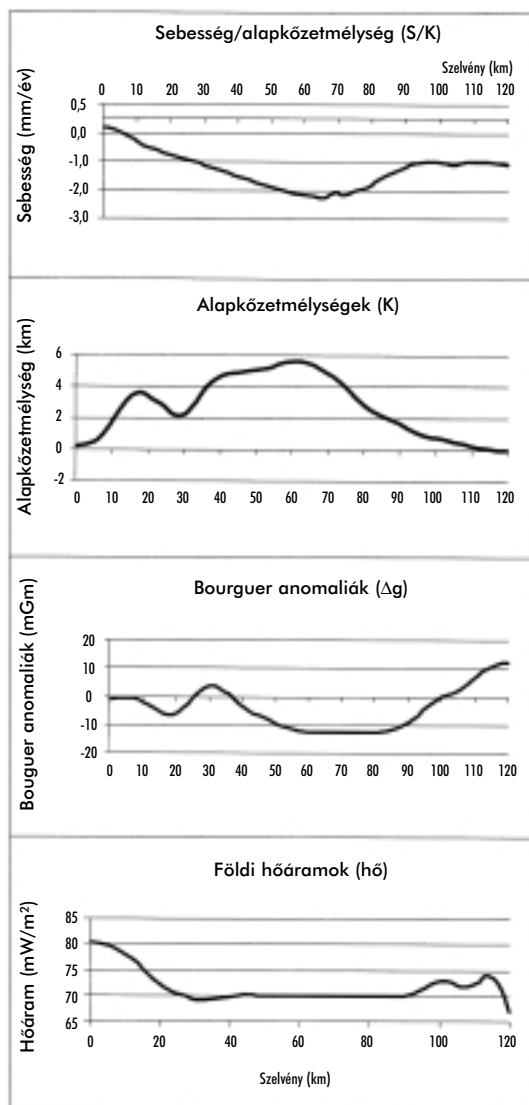
Kiinduló adatok

IV. táblázat

	Átlagérték	Terjedelem	Szórás
S (mm/év)	-1,26	-2,26 \rightarrow 0,18	0,70
K (km)	2,6	0,00 \rightarrow 5,60	1,06
Δg (mGal)	-4,1	-12,7 \rightarrow 11,9	0,73
Hő (mW/m ²)	70,0	66,9 \rightarrow 80,3	5,16

Ugyanezen adatok vonal menti alakulását a 4. ábra szemlélteti. Ennek első grafikonja jól mutatja, hogy a Keleti-Alpok ismert emelkedő trendje még Lövőnél is kimutatható, mintegy (0,2–0,3) mm/év értékkel, aztán Győrig fokozatosan erősödik a süllyedés sebessége, ahol a szélső érték már -2,2 mm. Ezt követően (Kisbérig) a sebesség fokozatosan mérséklődik. Ennek a grafikonnak közel a fordítottja a második grafikon (K), ami már előre vetíti a korrelációs együtthatók ($r_{S/K}$) várható magas értékét.

Kiinduló adatok



4. ábra

A 4. ábra harmadik grafikonja szerint Δg még mutat bizonyos kapcsolatot S-sel, illetve a K-értékekkel, a hőáramok görbéje azonban eléggé monoton.

A korrelációs együtthatók átlagértékeit (kiegyenlítés előtt és után) az V. táblázatban adjuk meg. Eszerint határozott kapcsolat az S/K viszonylatban adódott.

A korrelációk vonal menti alakulását az 5. ábra mutatja.

Az V. táblázat és az 5. ábra alapján az alábbi megállapításokat tehetjük.

a) Ennél a vonalnál is az S/K reláció dominál (a sebesség és az alapkőzet-mélység közötti kapcsolatot a legerősebb).

b) A kiegyenlítés révén az $r_{S/H\ddot{o}}$ értéke erősen csökkent (0,80-ról 0,38-ra). Az ok valószínűleg abban keresendő, hogy a vonal földtani értelemben eltérő körzeteket szel át, amely különösen

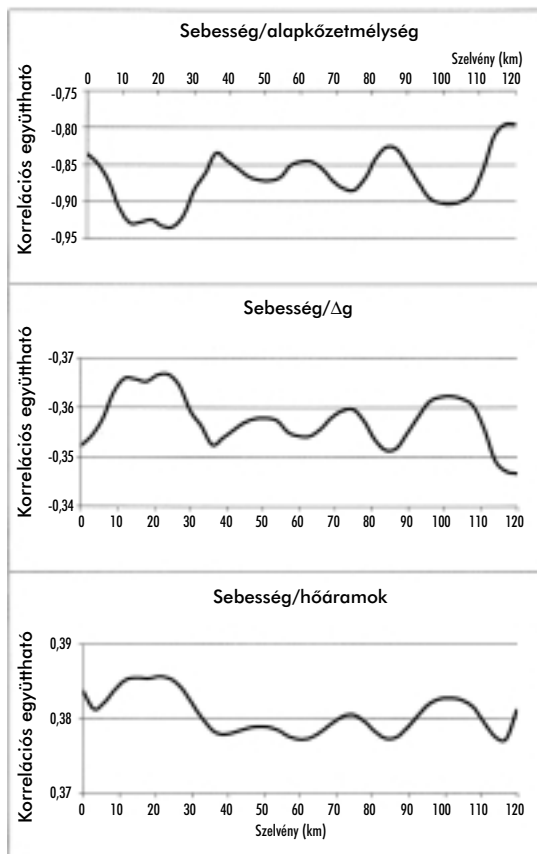
Korrelációs együtthatók átlagai

V. táblázat

	S/K	S/ Δg	S/H \ddot{o}
Kiegyenlítés előtt	-0,75	0,58	0,80
Kiegyenlítés után	-0,87	0,36	0,38

igaz a földi hőáramokra. (Ez egyúttal arra is figyelmeztet, hogy a vizsgált mennyiségek közötti valószínű kölcsönhatás kimutathatóságát erősen befolyásolja a vonal kijelölése.)

Korrelációk

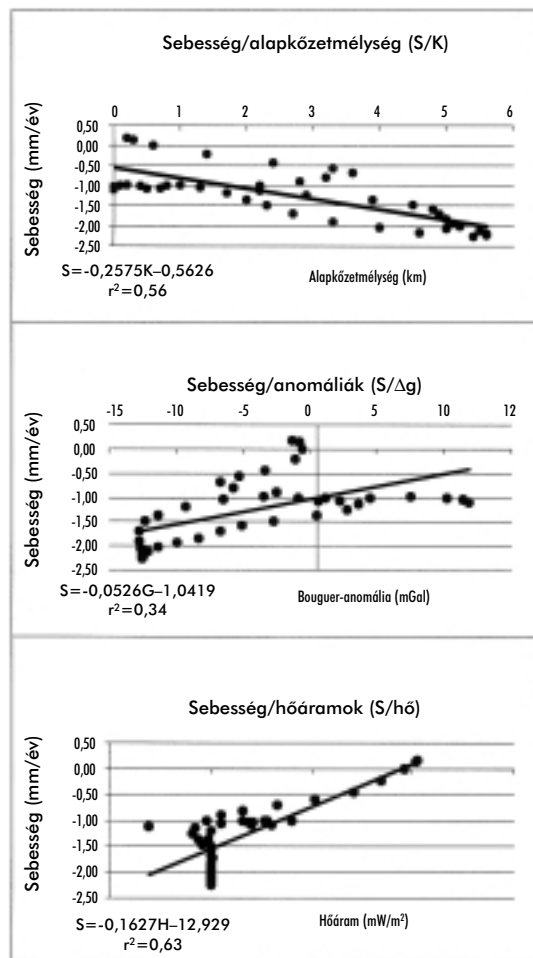


5. ábra

A másik ok abban keresendő, hogy Lövő térségében a földi hőáram értékei még magasak (80,0 mW/m²), amely a Kisalföldön 69,0 mW/m²-re csökken.

c) Az 5. ábrát szemlélve még az emelhető ki, hogy a Hanságnál mindhárom korrelációs együttható magasabb a vonal többi részénél található-nál, az r-értékek pedig közel állandóak (kis szórást mutatnak).

Regressziók



6. ábra

A 6. ábrán a regressziók alakulása látható. Megállapítható, hogy a regressziók eléggé zavarok, különösen az S/ Δg és az S/H \ddot{o} viszonylatban.

Mivel a Kisalföld-vonalnál a modell és feldolgozás módja megegyezik az előző fejezetben leírtakkal, ezért ezekkel itt külön nem foglalkozunk.

Ehelyett a VI. táblázatban bemutatjuk az A, B, és C paraméterek értékeit és azok szórását.

A paraméterek értékei és szórások VI. táblázat

A	- 0,2677	0,0150
B	- 0,0028	0,0040
C	0,0103	0,0010

Megállapítható, hogy az erre a vonalra kapott paraméterek hasonló mértékűek (és előjelűek), mint a PGT1-nél láttuk (III. táblázat), és hasonlóak a szórások és az eredeti értékek aránya is; azaz itt is a B paraméter a kevésbé határozott. Ez azt jelenti, hogy a modell teljesítményét mindkét vonalnál gyengíti meg S/ Δ g-reláció és (ennek révén) a B paraméter hektikus jellege.

A modell hatékonyságát ugyancsak kifejező maradék ellentmondások (Δ) jellemzői a következők:

$$\Delta_{\text{átlag}}: 0,03 \text{ mm/év}$$

$$\text{Terjedelem: } -0,78 \rightarrow 0,52 \text{ mm/év}$$

$$\text{Szórás: } 0,41 \text{ mm/év.}$$

Érzékelhetjük, hogy az eltérések terjedelme meglehetősen nagy; ezek szórása pedig (a PGT1-hez képest) tovább növekedett. Ugyanakkor nem téveszthet meg bennünket a $\Delta_{\text{átlag}}=0,03$ mm/év érték, mert ez előjelhelyes átlag! Ha például a PGT4-nél kimutatott $\Delta_{\text{átlag}}=0,21$ mm/évvel akarjuk a mostanit összevetni, akkor ennél a vonalnál is az eltérések abszolút értékeinek átlagát kell számolni, amely

$$\Delta_{\text{átlag}} = \frac{\sum |\Delta|}{n} = 0,35 \text{ mm/év}$$

lesz, ennek szórása pedig 0,41 mm/év. Ez ugyanazt jelenti, mint amit az előzőekben már megfogalmaztunk.

A vizsgálat főbb eredményeinek összefoglalása

A PGT4 szeizmikus mélyszondázási vonalon végzett sikeres vizsgálatok és modell-alkotás tapasztalataira támaszkodva két újabb vonalon (PGT1 és Kisalföld) végeztünk hasonló elemzéseket, és modelleztük a mozgássebességek, továbbá a felhasznált földtani/geofizikai jellemzők közötti kvantitatív kapcsolatot.

A két új vonalon végzett vizsgálatok eredményei a következőket mutatják.

a) A PGT4-nél alkalmazott metodika más területeken is használható, de a modell hatékonysága érezhetően mérséklődik (az alapkőzet-mélység csökkenésével arányosan).

b) A B paraméter és az ahhoz tartozó szórás kö-

zel azonos értéke arra utal, hogy a két vonalra jellemző adottságok mellett a nehézségi anomáliák hatása nem erősíti a modell konzisztenciáját.

c) A további vizsgálati vonalak kialakításánál törekedni kell arra, hogy az hasonló földtani adottságú területeket érintsen.

d) A vizsgálatokat célszerű további tipikus körzetekben folytatni.

Végül tájékoztatjuk az olvasókat, hogy közreműködtek még: Gyenes Róbert mérnök, továbbá Molnár Krisztián és Mogyorósi Péter (III. éves hallgatók).

A vizsgálatok pénzügyi feltételeit az OTKA biztosította (T30453).

IRODALOM

Kilényi, E.–Rumpler, J. (1984): Basement Counter map of Hungary (ELGI), scale 1:1 million ELGI: Bouguer anomália átlagértékek (10x10 km)

Joó, I. (1990): Preliminary Correlation Analysis of Recent Vertical Movements in Hungary with some Geological Characteristics (19 p) Symp. on Deformation Processes and the Structure of Lithosphere, May 3–10. 1990. Potsdam, Holzau)

Detrekői, A. (1991): Kiegyenlítő számítások (Tankönyvkiadó, Bp., 1991, 685 oldal)

Joó, I. (1991): The Recent Vertical Movements and some Geological Peculiarities of the Pannonian Basin (Internat. Symp. on Geodynamic Evolution of the Pannonian Basin, 18–20 Oct. 1990. Beograd); Serbian Academy of Sciences and Arts, Vol LXII, Dept. Of Natural and Math. Sciences Vol 4. 1991, Beograd; pp 143–159)

Joó, I. (1991): Recent Vertical Crustal Movements in the Little Hungarian Plain and their Connection with Geologic Parameters (Symposium on Physical Processes in the Deformation of the Lithosphere; XX. Gen. Ass. of IUGG, Wien 1991. aug.)

Joó, I. (1991): Map of horizontal gradients of velocities of recent vertical movements in the Carpatho-Balkan Region is based on measured data, scale 1:1 million, Cartographia, Budapest, 1991. (editor-in-chief)

Joó, I. (1992): The Investigation of presumed connection of Rec. Vert. Movements with some geological characteristics using multivariable correlation analysis; IAG Reg. Symp. on Rec. Crustal Movements in Europa, August 31–September 4, 1992. Székesfehérvár (p 18)

Joó, I.–Szócs, H. (1993): The investigation of a presumed connection on RVM with geological characteristics by multivariate correlation analysis

(Journal of Geodynamics, vol. 18, Number 1–4, pp 135-145)

Joó, I.–Monhor, D. (1994): 4-dimensional, Least Squares Regression Hyperplane for the Connection Between Recent Vertical Crustal Movements and Certain Geological Characteristics in the Area of West-Hungary (Proceedings of The Eighth Internat Symp. on RCVM, Kobe, Japan, December 6–11. 1993. (pp 113–116)

Joó, I. (1995): The National Map of Vertical Movements of Hungary (SE FFFK, Székesfehérvár, scale 1:500 000 (editor)

Joó, I. (1996): A földfelszín magassági irányú mozgásai Magyarországon; (Geodézia és Kartográfia 1996/4; 6–12.old.)

Joó, I.–Balázsik, V.–Gyenes, R. (2000): A jelenkori függőleges felszínmozgások és a DK-Magyarországon végzett szeizmikus mélyszondázási adatok összehasonlítása (Geod. és Kart. 2000/5, 12–19. old.)

Joó, I.–Gyenes, R.–Balázsik, V. (2000): Szeged–Békéscsaba térségben a függőleges felszínmozgások és földtani jellemzők többváltozós együttes elemzése (Geod. és Kart. 2000/10, 15–21.o.)

Joó, I. (2001): Függőleges felszínmozgási modell hatékonyságainak vizsgálata (Geod. és Kart. 2001/3, 10–12. old.)

Investigation on vertical surface movements in the regions of Kisköre and Békés-basin moreover of the Little Hungarian Plain

I. Joó–V. Balázsik
Summary

The study is a common publication about RVM investigation made in two different lines in Hungary. The first line with his length of 135 km starts at Kisköre then cross the Körös-region and end at the Békés-basin. The location of the second one (120 km) to be found in the Little Hungarian Plain from Lövő (near to Sopron) through Győr until Kisbér being in the western part of the Middle Hungarian Mountains.

The subject of the investigation is the supposed relationship between the movements's velocities and some geological characteristics as basement depth, gravity anomaly and terrestrial heat flow. There are also presented the most important results as regressions, correlation coefficients, the model, variancies etc.



RBF neurális hálózat alkalmazása magasság meghatározására¹

Veres Gábor, a Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem
Általános- és Felsőgeodéziai Tanszék doktorandusza
(E-mail: tsoka@sc.bme.hu)

Bevezetés

A mesterséges neurális hálózatok (Artificial Neural Networks – ANNs) alkalmazásai napjainkban egyre szélesebb körben jelentkeznek. A mesterséges neurális hálózatok ötlete, működési elve az idegsejtekből építkező, biológiai neurális hálózatokból származtatható. Az első neuron modellt 1943-ban publikálta *W. S. McCullogh* és *W. Pitts*. A róluk elnevezett egyszerű neuron a beérkező információkat súlyozva összegzi, és ezt az értéket az aktivációs függvényvel vizsgálja. Az utóbbi években jelentős előrelépések történtek a mesterséges intelligencia – pl. alakfelismerés, hangfelismerés – megvalósításában. A „neurális hálózatok” inkább egyfajta modell családot jelentenek, mint konkrét eljárást. A mesterséges neurális hálózatoknak egy nagyon fontos tulajdonsága az, hogy adaptívak, a problémát nem „programozással”, hanem a példákából, tanulással oldják meg. [4] Az adatokból nyert információkból képeznek eredményt, melynek előnye, hogy a megoldáshoz szükséges köztes információk száma csökkenthető. Ennek megfelelően neurális hálózatot akkor célszerű alkalmazni, ha a probléma explicit módon nem írható le; ha valamilyen (sejtett) kapcsolat áll fenn a bemenő (input: \mathbf{x}) adatok és a kimenő (output: \mathbf{y}) adatok között: $\mathbf{y}=f(\mathbf{x})$, de az f függvény ismeretlen. A megoldás itt nem az f függvény lesz, hanem egy olyan hálózat, amely hasonló kimenő adatokat szolgál, mint az f függvény, ugyanolyan bemenő adatok mellett. A [2] szerint a neurális hálózatok három legfontosabb tulajdonsága:

- a neuronok rendezett topológiájú, összekapcsolt rendszeréből áll;
- rendelkezik tanulási algoritmussal;
- rendelkezik a megtanult információ felhasználásával

nálását lehetővé tevő információ előhívási algoritmussal.

A rendezett topológiában a rétegekbe szervezett neuronok között – akár a rétegen belül is – kapcsolatok vannak. Ezen kapcsolatok segítségével adódnak át az értékek a neuronok között.

A neurális hálózatok alkalmazása a térinformatikában nem újdonság hazánkban sem, példa rá *Barsi Á.* cikke [1], és az, hogy kisebb modulokként megjelentek a térképészeti szoftverekben is (pl. Surfer 7). Feladatuk szerint a neurális hálózatok egyik nagy csoportját képezik azon hálózatok, melyekkel adatok közötti interpolációt hajthatunk végre.

A cikkben egy választott hálózattípuson és egy egyszerű geodéziai példán keresztül megpróbálok bemutatni egy interpolációt végző neurális hálózat előnyeit, hátrányait. A feladatot lényegében skalár terek interpolációjára lehet visszavezetni, ahol a skalárokat a \mathbf{z} koordináták jelentik. Két behatárolható területen ismert \mathbf{x} , \mathbf{y} , \mathbf{z} koordinátájú pontokból kell meghatározniuk tetszőleges vagy ismert \mathbf{x} , \mathbf{y} koordinátákhoz tartozó \mathbf{z} értékeket. A meghatározandó \mathbf{z} értékek a behatárolt területen (szelvényben) helyezkednek el.

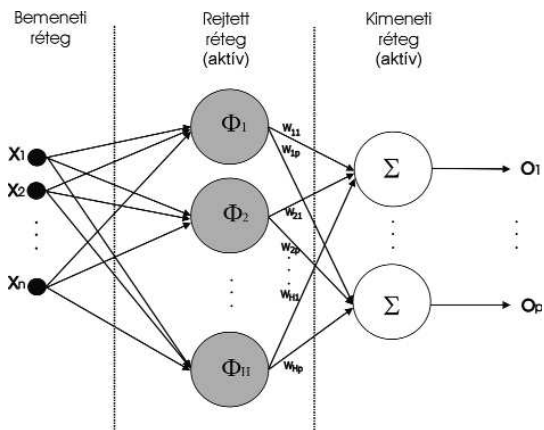
Kulcsszavak: RBF, mesterséges neurális hálózatok, interpoláció.

Az RBF hálózat felépítése

A radiális bázisfüggvény hálózatoknak (Radial Basis Function networks) egy bemeneti, egy rejtett és egy kimeneti rétege van. Az RBF hálózatok két aktív réteget tartalmaznak, a bemeneti réteget nem szoktuk aktívnak nevezni. Az első aktív rétegbeli aktiváló függvények (Φ_k) általában kör-szimmetrikus függvények, innen kapták nevüket. Egy hálózatban általában egyfajta kör-szimmetrikus függvényt használnak, de azok paraméterei neurononként változhatnak. A második aktív rétegbeli elemek a rájuk jutó értékek lineáris kombi-

¹ A cikk kapcsolódik az OTKA T 030643 számú projekthez

nációból képezik a kimeneti értékeket (1). A bemeneti réteg neuronjainak száma adja meg a bemeneti halmaz dimenzióját, a kimeneti réteg neuronjainak száma a kimeneti halmaz dimenzióját. Általános RBF hálózat felépítését az 1. ábra mutatja.



1. ábra. Általános RBF hálózat

Egy általános RBF hálózat esetén a kimeneti értékek a következőképpen alakulnak:

$$o_i(\mathbf{x}) = \sum_{k=1}^H w_{ik} \Phi_k(\mathbf{x}) \quad i = 1, \dots, p \quad (1)$$

$$\Phi_k(\mathbf{x}) = \Phi(\|\mathbf{x} - \mathbf{x}_k\|) \quad k = 1, \dots, H \quad (2)$$

ahol a $\Phi_k(\mathbf{x})$ az aktivációs függvény; \mathbf{x}_k pedig az aktivációs függvény középpont paramétere. A $\Phi_k(\mathbf{x})$ függvényként alkalmazható minden körszimmetrikus nemlineáris függvény, amelyben a változó a fent látható távolság függvény – az euklideszi távolság: $\|\mathbf{x} - \mathbf{x}_k\|$. A neurális hálózatokban lehetőség van további távolság definíciók használatára is. Az RBF hálózatokban elterjedt körszimmetrikus függvény például a multikvadratikus (3) vagy az inverz multikvadratikus (4) függvény, azonban legtöbbször a Gauss függvényeket (5) alkalmazzák [2].

$$\Phi_k(\mathbf{x}) = \sqrt{\mathbf{x}_k^2 + \|\mathbf{x} - \mathbf{x}_k\|^2} \quad (3)$$

$$\Phi_k(\mathbf{x}) = \frac{1}{(\mathbf{x}_k^2 + \|\mathbf{x} - \mathbf{x}_k\|^2)^2} \quad (4)$$

$$\Phi_k(\mathbf{x}) = \exp\left\{-\frac{\|\mathbf{x} - \mathbf{x}_k\|^2}{2\sigma_k^2}\right\} \quad (5)$$

A Gauss függvények esetén egy új meghatározandó paraméter is jelentkezik, a szélességparaméter (σ_k). A szélességparaméterek megválasztására Gauss függvények esetén az interpoláció nem érzékeny, ebből adódóan esetleg rejtett rétegbeli neuronnak ugyanazt a szélesség paramétert is adhatjuk [2]. Az RBF hálózat kialakításában alapvető fontosságú az aktiváló függvények számának (a rejtett rétegbeli processzáló elemek) és azok helyzetének megválasztása. A rejtett rétegtől elvárjuk, hogy „helyileg“, azaz egy lehatárolt bemeneti tartományra legyen aktív [3]:

$$\Phi \rightarrow 0 \text{ ha } \|\mathbf{x}\| \rightarrow \infty \quad (6)$$

Az aktiváló függvények helyzetét és szélességét legtöbbször egy klaszterező eljárással határozzuk meg. Itt használhatunk algoritmikus eljárást (például: K-means) vagy akár nem ellenőrzött tanulási eljárásokat (például: versengő tanulás).

A K-means algoritmus olyan klaszter-középpontokat határoz meg, ahol a tanító pontok és a hozzájuk legközelebb eső klaszter-középpontok négyzetes távolságainak összege minimális. Véletlenszerűen meghatározunk K klaszter-középpontot, majd az egyes tanítópontokat besoroljuk a hozzájuk legközelebb eső klaszterbe. Ezek után az egyes klaszterekbe sorolt elemek átlagából új klaszter-középpontokat képezünk, és újra meghatározzuk az elemek klaszterbe tartozását. Mindezt addig folytatjuk, amíg az elemek klaszterbe sorolása nem változik.

A nem ellenőrzött tanítást a neurális hálózatokban széleskörűen alkalmazzák. Ilyen eljárás a versengő tanulás. A nem ellenőrzött tanítás során nem állnak rendelkezésünkre az adott bemenethez tartozó kívánt válaszok [2]. A versengő tanulás során a klaszterekbe sorolás egy súlymátrix meghatározását jelenti. Az első lépésben a véletlenszerűen felvett súlymátrixra kiszámítjuk az egyes kimeneti értékeket. A kimeneti értékek alapján kiválasztjuk a legnagyobb értékkel szolgáló elemet, a győztest. A győztes elem kiválasztása után hajtjuk végre a súlymódosítást. A súlymódosítás csak a győztes értéket meghatározó súlyokat érinti (winner-takes-all), és a bemeneti érték felé módosít:

$$\Delta \mathbf{S}_{k,l}(t) = h(\mathbf{x}_l - \mathbf{S}_{k,l}), \quad (7)$$

ahol $\mathbf{S}_{k,l}$ a súlymátrix; \mathbf{x}_l a bemeneti vektor; t az iteráció száma; h alkalmasan választott „bátorsági“ tényező, értéke 0 és 1 között van; k^* a győztes e-

lem indexe. A kezdeti súlymátrix és a szélességi paraméter megválasztásában alkalmazhatunk feltételeket is, pl. szórás és várható érték megadása. A szélességi paraméterek is változhatnak az iteráció során, de használhatunk végig állandó paramétereket is. Kellően nagy számú iteráció után a súlyértékek már csak nagyon kicsit változnak, és egy előre megadott súlymódosító értéket vagy iteráció számot elérve az eljárás befejeződik. A versengő tanulás eljárásai a győztes kiválasztásban különböznek, de mindig az aktuális iteráció kimeneti értékeiből kerülnek meghatározásra. Legegyszerűbb esetben kiválasztjuk a legnagyobb értéket:

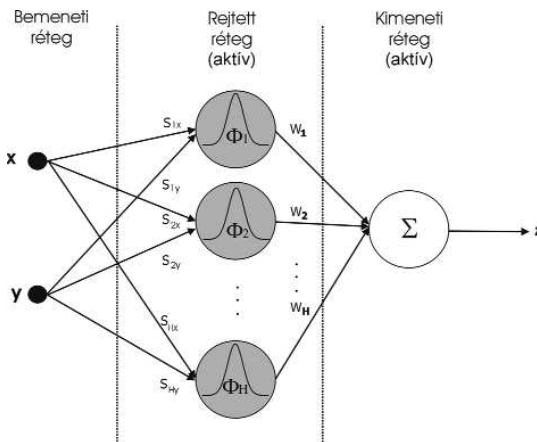
$$k^* = \max(b_k), \quad (8)$$

ahol b_k az egyes elemekhez tartozó kimeneti érték.

A teljes hálózat működése két vagy három fő lépésre bontható. Jelen alkalmazásban kétlépcsős működést használunk. Az első lépés a hálózat tanítása, vagyis az optimális – vagy annak vélt – súlymátrix megtalálása, a második a konkrét hálózat „használata”, mely után megkapjuk a keresett értékeket. A tanítási fázis nagyságrendekkel számításigényesebb, mint a hálózat alkalmazása.

Az alkalmazott hálózat

Az alkalmazott hálózat bemeneti rétegében két neuron található, mivel a bementi halmaz dimenziója: 2, a kimeneti réteg neuronjainak száma: 1. Az alkalmazott RBF hálózat felépítését a 2. ábra mutatja.



2. ábra. Az alkalmazott RBF hálózat

A 2. ábrán a bemenő \mathbf{x} , \mathbf{y} vektorok (az 1. ábrán \mathbf{x}_1 és \mathbf{x}_2) az adatállomány \mathbf{x} , \mathbf{y} koordinátáit reprezentálják, a kimenő \mathbf{z} vektor (az 1. ábrán \mathbf{o}_1) a \mathbf{z} koordinátákat. A bemenő koordináták középpont-

tokhoz való rendelése és a középpontok szélesség-paraméterének meghatározása nem ellenőrzött tanítási módszerrel (versengő tanulás) történt. A maximális iteráció száma 1000 volt, a súlymódosítás minimuma pedig 0,001. A szélesség-paraméterek állandóak (valamennyi neuronra 0,707), a kezdeti súlyokat véletlenszerűen vettem fel. A felügyelt tanítást a második, kimenő réteg végzi. A súlymódosítási módszer (Momentum) kiválasztása után ez két paraméter meghatározását igényli: a tanulási aránytényezőt és a momentum együtthatót. A súlymódosítás a következő összefüggéssel írható le:

$$\mathbf{w}(k+1) = \mu[-\nabla(k)] + \eta \mathbf{w}(k) \quad (9)$$

ahol $\mathbf{w}(k)$ a k -adik iteráció súlymátrixa; μ a tanulási aránytényező; η a momentum együttható, amelynek értéke 0 és 1 között van; $\nabla(k)$ a gradiens módszerrel meghatározott súlymódosító érték. A gradiens módszer során a hibafelület minimumát keressük. A szükséges paraméterek megválasztása (μ : 2,0 ; η : 0,9) után azok állandóak maradtak valamennyi később alkalmazott hálózat esetén. A μ tanulási aránytényező megválasztása fontos pontja a hálózat kialakításának. Szélső esetekben: nagy érték esetén a konvergenciát kockáztatjuk; kis érték esetén a hálózat lassú és számításigényes lesz. A paraméterek kiválasztása a mintater segítségével, tapasztalati úton történt.

A mintater

Az első mintater kiválasztásánál az adathalmaz „kellő” változékonysága volt az elsődleges szempont. Az egyes interpolációs eljárások használhatósága nyilván jobban megmutatkozik egy változékony felszín esetén. Ezért a Sziklás-hegység egy kis szelvényéből indultam ki. A szelvény 31x31, azaz 961 pontot tartalmazott, a pontok egymástól egy 30 m-es négyzetrács rácspontjain helyezkednek el. A legalacsonyabb magasságú pont 2767, a legmagasabb 2922 méter volt, az értékek (torzítatlan) szórása: 38,1. A mintatérből véletlenszerűen kiválasztott 81, 181, 281, 381, 481, 580, 680, 780, 880 pontokat kivéve a halmazból kaptam a 880, 780, 680, 580, 480, 381, 281, 181, 81 tanítópontot tartalmazó halmazokat. A 880 tanítópontot tartalmazó hálózatokhoz a kiválasztott 81 pontot tesztpontként használjuk fel, ugyanígy a 780 tanítópontot tartalmazó hálózatokhoz a kiválasztott 181 pont lesz a teszt alapja.

Az \mathbf{x} és \mathbf{y} koordináták esetén a valós értékeket a halmazban előforduló minimum értékkel csökkenttem, tehát a mintateret a síkban eltoltam.

Ennek célja a felesleges számítások elkerülése volt. A hat és hétjegyű síkkoordináták csak a számítási kapacitást növelik, jelen esetben érdemi jelentésük nincs. Nyilván a keresett érték, a magasság tekintetében már nem tehetjük meg, hogy kiválasztjuk a magasság „értékes és optimális” intervallumát. Alkalmazhatunk durva becslést, azonban az interpoláció „finomítása”, az értékes régió kihasználása ellentétben van azzal, hogy a lehető legkevesebb feltevést szeretnénk tenni a feladat megoldása során. A „z” értékek határok közé szorításával elveszthetjük a hálózat azon tulajdonságát, hogy esetleg a tanítópontok között nem található minimumot vagy maximumot elérje hálózatunk, ami a valóságban is előfordulhat. Az RBF hálózatok alkalmazása esetén célszerű mindig az értékek valamilyen normalizált alakjával (0 és 1 vagy -1 és 1 közé eső számokkal) dolgozni. Ezzel tovább csökkenthető a számítási igény, és az euklideszi távolság definíciójából levezethető hibákat is kiküszöbölhetjük.

Eredmények

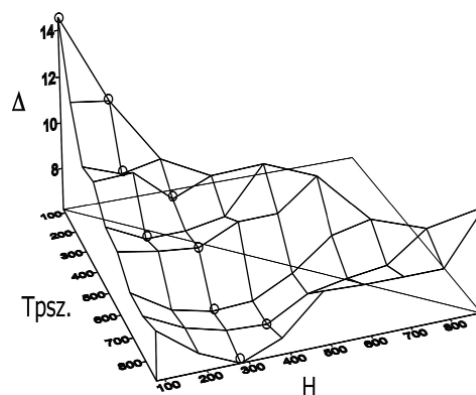
A hálózat használata során a számítási igények tekintetében beigazolódott, hogy a rejtett rétegben található elemek számának növelése alapvetően megnöveli a számítási igényt, míg a 3. ábrán feltüntetett optimum „határt” (a 3. ábrán kis körökkel jelöltem) túllépve a tesztpontok alapján mért eltérések értéke érdemben nem csökken, sőt romlik [2].

A valós és a tesztpontokra kapott „z” értékek eltérését a Δ értékkel jellemezzük:

$$\Delta = \sqrt{\frac{\sum_{i=L..n} (z_i - z_i^{RBF})^2}{n}} \quad (10)$$

ahol n a tesztpontok száma az egyes hálózatok esetén, így a 3. ábrán látható hibafelületet kapjuk.

A hibákat (Δ) a tanítópontok számának (Tpsz.) és a rejtett rétegbeli neuronok számának (H) függvényében ábrázoltam. Tanítópont-halmazonként kis körrel jelöltem a legkedvezőbb Δ értéket adó hálózatot. Az ábrából azt az alapvető trendet figyelhetjük meg, hogy minél több tanítópontunk van, annál kisebb lesz a rejtett rétegbeli neuronok számától függő legkedvezőbb Δ érték. Érdemes megfigyelni azonban, hogy ez nem mindig igaz (pl. a 680 és a 780 tanítópont-halmazhoz tartozó legkedvezőbb Δ értékek: 6,26; 6,53), itt kevesebb adat-



3. ábra. Hibafelület az első mintaterre

ból kiindulva jobb eredményhez jutunk! Ez azzal magyarázható, hogy az egyik bemenő adathalmaz jobban klaszterizálható. Szintén a klaszterizálással függ össze egy tanítópont-halmaz rejtett rétegbeli neuronok számától függő, felvett Δ értékek jellegéből. Az ábrán a 880, 780, 680, 580 tanítópont-halmazhoz tartozó jellegéből hasonlóság figyelhető meg.

A 3. ábrán, ahol a tanítópontok száma megegyezik a rejtett rétegben található neuronok számával, valójában egy lineáris egyenletrendszer megoldásait keressük, ahol az egyenletek száma megegyezik az ismeretlenek számával. Ez a megoldás főleg kevés tanítópont esetén indokolt. Nagy számú tanítópont esetén, ha minden tanítópont egyben egy függvényközpont, akkor a számítási igényt óriásira növelhetjük, tulajdonképpen feleslegesen, ahogy azt nemsokára látjuk. Ilyenkor a hálózat tanítópontok között végez interpolációt, úgy, hogy a tanítópontokban pontosan előállítja a betanított értéket [2].

A rejtett rétegbeli neuronok számának megválasztására bizonyos becsléseket tehetünk, azonban általában próbálgatással, tapasztalati úton határozzák meg a feladatra optimális értéket. A rejtett rétegbeli neuronok számának növelésével – egyéb hálózati paraméter változatlanul hagyásával – a tanítás számítási igénye gép időben mérve jelentősen nőtt, míg a Δ érték másfélszeresére emelkedett. A 880, 780 tanítópontú hálózatokra a számítási igényt (t) és a rejtett rétegbeli neuronok növelésével elért Δ értékeket az 1. táblázat mutatja. (A számítási igény a következő konfiguráció mellett értendő, gépidőben: PIII, 900MHz, 128 Mb RAM)

A 1. táblázatból megfigyelhetjük, hogy a legkedvezőbb Δ értéket szolgáltató rejtett rétegbeli neuronok száma mellett a legrosszabbhoz képest a

Tanítópontok száma	Rejtett rétegbeli neuronok száma (H)	t [m:s]	Δ
880	100	3:02	8,12
880	200	4:30	6,64
880	300	6:15	6,05
880	400	8:18	7,05
880	500	10:26	8,77
880	600	13:15	8,27
880	700	15:46	8,40
880	800	17:30	8,31
880	880	19:24	10,54
780	100	2:43	7,65
780	200	4:08	6,89
780	300	5:35	6,62
780	400	7:27	6,53
780	500	9:10	7,55
780	600	10:52	7,61
780	700	12:46	7,91
780	780	14:19	9,11

1. táblázat

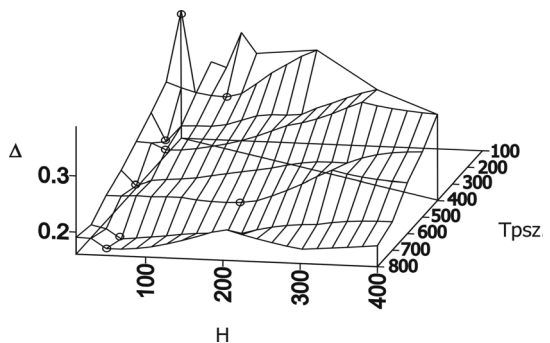
számítási igény mintegy háromszorosára, illetve kétszeresére változik. Hozzá kell tenni, hogy a hálózatok tanítása után a tesztek lefutása (a hálózat alkalmazása) mindig 1 másodperc alatt volt!

Felmerül a kérdés, hogy mennyire „jó” az 1. táblázatban található Δ értékek. A kapott eredmény nagyságrendileg nem jobb, mint egyes, már ismert interpolációs eljárások, azonban mindenképpen „életképesek”. A feladatra például krigeléssel kapott eredményeket megvizsgálva tapasztaljuk, hogy egyes esetekben a neurális hálózatokkal kapott értékek kicsivel kedvezőbbek, azonban ez nem általános, sőt szélső esetben a krigeléssel kapott Δ érték akár a fele is lehet az RBF hálózat eredményének. Az RBF hálózatra kapott értékek a nagy ismeretlenszámú feladat esetén alakulnak inkább kedvezőbben. Míg például a krigelésnél egyértelműen megfogalmazható az eljárás [5], ugyanolyan bemenetnél, ugyanolyan lesz a kimenet, addig a neurális hálózatoknál ez legtöbbször nem igaz, a véletlenszerű kiindulás miatt.

A hálózat alkalmazása a második mintatérén (síknak tekinthető területen) egy másik tulajdonságra hívja fel figyelmünket. A szelvény 30x30, azaz 900 pontot tartalmazott, a pontok egymástól egy 30 m-es négyzetrács rácspontjain helyezked-

nek el. A síknak tekinthető mintatér z értékeinek (torzítatlan) szórása 1,77 volt. Az így vizsgált RBF hálózatok azt mutatták, hogy a tanítópontoknak az egyes középpontokhoz való rendelése jóval gyorsabb és hatékonyabb. A sík mintatérre alkalmazott hálózatok a megadott hibahatárt jóval hamarabb érték el. A 3. ábra analógiájára a sík területre a tanítópontok számának (Tpsz.) és a rejtett rétegbeli neuronok számának (H) függvényében ábrázolt Δ értékeket a 4. ábra mutatja. Tanítópont csoportonként a legkedvezőbb Δ értékeket itt is kis körök jelölik.

A 4. ábrán látható, hogy az igen kedvező Δ ér-



4. ábra. Hibafelület a második mintatérre

tekek kevés középponthez tartoznak, szemben az előző mintatérnél mutatott átlagos 300 középpont számhoz. A 4. ábrán a 400 rejtett rétegbeli neuron szám felett már nem ábrázoltam a Δ értékeket. Az egyes hálózatoknak a kívánt pontosság mellett legtöbbször sikerült az értékeket 30-50 középponthez hozzárendelni, ami a számítási igényt is csökkenti. Közel azonos tanítópont és azonos rejtett rétegbeli neuron szám mellett a számítási igény kevesebb, mint hetede, míg a Δ érték kevesebb, mint harmincada az előző (hegyvidéki) mintatérben tapasztalt értékeknek.

A bevezetőben említett behatárolható területről érdemes megemlíteni, hogy az interpoláció a területtől csak nagy távolságban (kb. 3000 m) szűnik meg és alakul síkká. Tapasztalatom szerint ezen sík magassága a magasság koordináták számtani átlaga felé közelít.

Összefoglalás

Az adatok közötti interpoláció megvalósítására a neurális hálózatok új eszközzel szolgáltak. Az egyik ilyen kedvező tulajdonsággal rendelkező mesterséges neurális hálózat az RBF (Radial Ba-

sis Function). A neurális hálózatok adaptív módon oldják meg az interpolációs feladatokat is. A hálózatok kialakítása során számos eljárási lehetőség közül választhatunk. A bemutatott tanított hálózatok paramétereinek száma $3 \cdot H + 3$, melyből 4 paramétert kell meghatároznunk, a többi az eljárás során adódik. Az RBF hálózat paramétereinek megválasztására becsléseket tudunk alkalmazni, de azok függnek a bemenő adathalmaztól. A paraméterezés, iteratíván, tapasztalati úton történt. Két eltérő jellegű mintatéren keresztül bemutatam az RBF hálózat főbb tulajdonságait. Megfelelő paraméterezéssel a hálózatok interpolációs és extrapolációs képessége jó. A szükséges pontossági paramétereket néha kevesebb tanítóponttal is el lehet érni, ami a jobb klaszterbesorolás eredménye. Összességében megfogalmazható, hogy az RBF neurális hálózat interpolációs képessége alkalmasá teszi magasság koordináták meghatározására.

IRODALOM

- [1] *Barsi Árpád*: Koordinátatranszformáció megoldása neurális hálózattal, Geodézia és Kartográfia, Budapest, LI, No. 10 pp. 12–18., 1999
- [2] *Horváth Gábor* (szerkesztő): Neurális hálózatok és műszaki alkalmazásai, egyetemi jegyzet, Műegyetem Kiadó, Budapest, 1998
- [3] *Michael Bertold, David J. Hand* (editors): Intelligent Data Analysis – An Introduction, Springer-Verlag, 1999
- [4] *Mohamad H. Hassoun*: Fundamentals of Artificial Neural Networks, MIT Press, 1995
- [5] *Steiner Ferenc*: A geostatistika alapjai, Tankönyvkiadó, Budapest, 1990

Using RBF neural network for determining altitude coordinates

G. Veres
Summary

For performing interpolation among data, neural networks have developed a new tool. A major feature of Artificial Neural Networks is that they are adaptive by nature, solving problems not by using algorithms but through a learning process using examples. Radial Basis Function is considered to be one of the artificial neural networks having such favourable features. It is a characteristic feature of neural networks to perform tasks of interpolation in an adaptive way. When setting up networks you have the possibility to choose from among several approaches. A major feature of the said RBF network is that it can determine the parameters, – namely the centre of location and spread of the corresponding Gauss function – by competitive learning. In the hidden layer you can find Gauss functions from which you can get the output values by weighting and adding the values obtained. For selecting the parameters for RBF network you can use estimation, but the outcome of such estimations depends, of course, on the input data mass. Parameters are normally determined by experience, in an iterative way.

So, what I really wanted to do in this short description was to demonstrate, through two sample spaces of different feature, the major characteristics of RBF network. By properly selected parameters the interpolation and extrapolation capacities of such networks are considered to be good. Sometimes the required precision parameters can be achieved even by a lower number of teaching points – a result attributable to better clustering.

In summary, it can be concluded that RBF neural network, by its favourable interpolation capacity, can be applied as a suitable method for determining altitude coordinates.

Hatályba lépett a 13.692/2002.

FVM–FTF számú

Új F2. Szabályzat.

A 2002. március 18-tól érvényes szabályzat
ingyenesen letölthető a www.fomi.hu címről,
illetve beszerezhető a Földmérési és Távérzékelési Intézetnél.